

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-103118

(43)Date of publication of application : 21.04.1998

(51)Int.Cl.

F02D 41/02

F02B 17/00

F02D 41/04

F02M 63/00

(21)Application number : 08-252857

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 25.09.1996

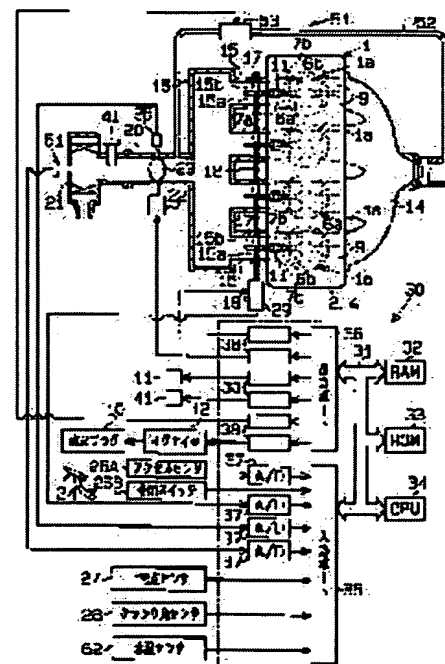
(72)Inventor : MIZUNO HIROYUKI

(54) FUEL INJECTION CONTROL DEVICE FOR CYLINDER INJECTION INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To always ensure proper air/fuel ratio and prevent generation of trouble according to turbulence of air/fuel ratio, in an internal combustion engine having means directly injecting fuel in a cylinder and means injecting fuel in an intake passage.

SOLUTION: In an internal wall surface peripheral part of a cylinder head 4 in the vicinity of a first/second intake valves 6a, 6b of an engine 1, a cylinder injecting fuel injection valve 11 is arranged, in an intake duct 20 in the upstream from a throttle valve 23, a homogenizing fuel injection valve 41 is provided. In an electronic control unit(ECU) 30, in the case of executing homogeneous combustion, based on a homogenizing target injection amount, a moderating value is calculated, a value subtracting this moderating value from an integrated target fuel injection amount serves as a stratifying target injection amount. Accordingly, the homogenizing target injection amount is increased, even when a time is taken for this increase reflected to a fuel amount actually introduced in a cylinder 1a, by setting the stratifying target injection amount matched with this delay, air/fuel ratio is prevented from large fluctuating.



LEGAL STATUS

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of request for examination] 27.09.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 3060960
[Date of registration] 28.04.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st fuel-injection means which injects a fuel directly in an internal combustion engine's gas column, The 2nd fuel-injection means which injects a fuel in said internal combustion engine's inhalation-of-air path in order to introduce a fuel in said internal combustion engine's gas column, An operational status detection means to detect said internal combustion engine's operational status, and a comprehensive target injection-quantity calculation means to compute the target fuel oil consumption of synthesis injected from said both fuel-injection means based on the detection result of said operational status detection means, Based on the detection result of said operational status detection means, receive the target fuel oil consumption of synthesis computed with said comprehensive target injection-quantity calculation means. The 2nd target injection-quantity calculation means which computes the ratio of the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means, and computes the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means based on the ratio, By annealing and calculating the calculation result by said 2nd target injection-quantity calculation means By [said / which anneal and subtracts a value] having annealed and having asked with the value calculation means from the target fuel oil consumption of synthesis which anneals and calculates a value and which anneals and is computed with a value calculation means and said comprehensive target injection-quantity calculation means The 1st target injection-quantity calculation means which computes the target injection quantity injected from said 1st fuel-injection means, The fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder characterized by having the fuel-injection control means which controls said each fuel-injection means based on the calculation result of said 1st and 2nd target injection-quantity calculation means.

[Claim 2] The 1st fuel-injection means which injects a fuel directly in an internal combustion engine's gas column, The 2nd fuel-injection means which injects a fuel in said internal combustion engine's inhalation-of-air path in order to introduce a fuel in said internal combustion engine's gas column, An operational status detection means to detect said internal combustion engine's operational status, and a comprehensive target injection-quantity calculation means to compute the target fuel oil consumption of synthesis injected from said both fuel-injection means based on the detection result of said operational status detection means, Based on the detection result of said operational status detection means, receive the target fuel oil consumption of synthesis computed with said comprehensive target injection-quantity calculation means. The 2nd target injection-quantity calculation means which computes the ratio of the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means, and computes the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means based on the ratio, By subtracting the target injection quantity injected from the 2nd fuel-injection means computed with said 2nd target injection-quantity calculation means from the target fuel oil consumption of synthesis computed with said comprehensive target injection-quantity calculation means The 1st target injection-quantity calculation means which computes the target injection quantity injected from said 1st fuel-injection means, In the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder which had the fuel-injection control means which controls said each fuel-injection means based on the calculation result of said 1st and 2nd target injection-quantity calculation means When the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means computed by said 2nd target injection-quantity calculation means has a big change

THIS PAGE BLANK (USPTO)

The fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder characterized by establishing the injection delay control means in a cylinder which only predetermined time amount is delayed in order to suppress the effect on the air-fuel ratio by that to the minimum, and performs fuel-injection control based on the calculation result of said 1st target injection-quantity calculation means.

[Claim 3] The injection from said 2nd fuel-injection means is the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 or 2 characterized by carrying out when the target fuel oil consumption of synthesis computed by said comprehensive target injection-quantity calculation means is more than a predetermined threshold.

[Claim 4] Said predetermined threshold is the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder according to claim 3 characterized by having the hysteresis.

[Claim 5] Delay control of the fuel injection based on said calculation result of the 1st target injection-quantity calculation means performed by said injection delay control means in a cylinder is the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder according to claim 2 characterized by being carried out when the existence of the injection from said 2nd fuel-injection means is switched.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the combustion control system of the injection internal combustion engine in a cylinder, in detail, has a fuel-injection means to inject a fuel directly in an internal combustion engine's gas column, and a fuel-injection means to inject a fuel in an inhalation-of-air path, and relates to the combustion control system of the injection internal combustion engine in a cylinder which can control the fuel oil consumption from each fuel-injection means according to operational status.

[0002]

[Description of the Prior Art] in the engine currently generally used conventionally, the fuel from a fuel injection valve is injected to a suction port -- having -- a combustion chamber -- beforehand -- the homogeneity of a fuel and air -- gaseous mixture is supplied. An inhalation-of-air path is opened and closed, with this engine, the inhalation air content (amount of the gas with which a fuel and air were mixed by homogeneity as a result) supplied to an engine combustion chamber is adjusted by this closing motion, it has by it, and engine power is controlled by the throttle valve interlocked with accelerator actuation.

[0003] However, with the technique by the so-called above-mentioned homogeneity combustion, big inhalation-of-air negative pressure occurs with drawing actuation of a throttle valve, a pumping loss becomes large, and effectiveness becomes low. On the other hand, by making a diaphragm of a throttle valve into smallness and supplying a direct fuel to a combustion chamber, a combustible gas mixture is made to exist near the ignition plug, the air-fuel ratio of the part concerned is raised, and the technique of the so-called "stratification combustion" ignitionability was made to improve is known.

[0004] For example, in the technique indicated by JP,60-30416,A, the fuel injection valve for stratification combustion (for the injection in a cylinder) which carries out injection supply of the fuel into a direct gas column is prepared towards the circumference of the fuel injection valve for homogeneity combustion prepared in the middle of the inlet pipe, and an ignition plug in order to distribute a fuel to homogeneity at a combustion chamber and to carry out injection supply. And while the fuel injection valve comparatively for stratification combustion in the time of low loading to an engine fuel is injected and maldistribution supply is carried out at the circumference of an ignition plug, a throttle valve is opened and stratification combustion is performed. Thereby, reduction of a pumping loss is achieved and improvement in fuel consumption is achieved.

[0005] On the other hand, at the time of a heavy load, a fuel is injected also from the fuel injection valve for homogeneity combustion. the gaseous mixture optimal by this -- formation is performed and improvement in an output is achieved.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, a problem which is described below may arise in the above-mentioned conventional technique. That is, since the fuel injection valve for homogeneity combustion is prepared in the middle of an inlet pipe, in between [after the injection from the injection valve concerned is started until a fuel is actually introduced in a gas column], it requires predetermined time amount. On the contrary, after the injection from the fuel injection valve for homogeneity combustion is ended also before actually stopping introducing a fuel in a gas

THIS PAGE BLANK (USPTO)

column, predetermined time amount is required.

[0007] On the other hand, the fuel injection valve for stratification combustion will hardly require time amount, since it is arranged near the pole of a gas column until a fuel is usually actually introduced in a gas column from injection initiation, and before a fuel is no longer introduced in a gas column actually from injection termination. Thus, time difference was to arise to the fuel actually mutually introduced into initiation of the injection from the fuel injection valve for homogeneity combustion and a change-over of termination, and a list on the occasion of initiation of the injection from the fuel injection valve for stratification combustion, and a change-over of termination. Moreover, not only the time of a change-over but when the injection quantity had a comparatively big change from each injection valve, the above time difference had arisen. Therefore, the case where the air-fuel ratio of the gaseous mixture introduced in a gas column will not become the optimal had arisen. Consequently, there was a possibility of causing faults, such as torque fluctuation, knocking, and a flame failure.

[0008] This invention is made in view of the situation mentioned above. The purpose In the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder which has a fuel-injection means to inject a fuel directly in an internal combustion engine's gas column, and a fuel-injection means to inject a fuel in an inhalation-of-air path It is in always being able to secure a suitable air-fuel ratio, having it, and offering the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder which can prevent generating of the fault accompanying turbulence of an air-fuel ratio.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, it sets to invention according to claim 1. The 1st fuel-injection means M2 which injects a fuel directly in an internal combustion engine's M1 gas column as shown in drawing 1 , The 2nd fuel-injection means M4 which injects a fuel in said internal combustion engine's M1 inhalation-of-air path M3 in order to introduce a fuel in said internal combustion engine's M1 gas column, It is based on the detection result of an operational status detection means M5 to detect said internal combustion engine's M1 operational status, and said operational status detection means M5. A comprehensive target injection-quantity calculation means M6 to compute the target fuel oil consumption of synthesis injected from said both fuel-injection means M2 and M4, Based on the detection result of said operational status detection means M5, receive the target fuel oil consumption of synthesis computed with said comprehensive target injection-quantity calculation means M6. The 2nd target injection-quantity calculation means M7 which computes the ratio of the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means M4, and computes the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means M2 based on the ratio, By annealing and calculating the calculation result by said 2nd target injection-quantity calculation means M7 By [said / which anneal and subtracts a value] having annealed and having asked with the value calculation means M8 from the target fuel oil consumption of synthesis which anneals and calculates a value and which anneals and is computed with the value calculation means M8 and said comprehensive target injection-quantity calculation means M6 The 1st target injection-quantity calculation means M9 which computes the target injection quantity injected from said 1st fuel-injection means M2, Based on the calculation result of said 1st and 2nd target injection-quantity calculation means M7 and M9, the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder having the fuel-injection control means M10 which controls said each fuel-injection means M2 and M4 is made into the summary.

[0010] Moreover, the 1st fuel-injection means M22 which injects a fuel directly in an internal combustion engine's M21 gas column in invention according to claim 2 as shown in drawing 2 , The 2nd fuel-injection means M24 which injects a fuel in said internal combustion engine's M21 inhalation-of-air path M23 in order to introduce a fuel in said internal combustion engine's M21 gas column, An operational status detection means M25 to detect said internal combustion engine's M21 operational status, A comprehensive target injection-quantity calculation means M26 to compute the target fuel oil consumption of synthesis injected from said both fuel-injection means M22 and M24 based on the detection result of said operational status detection means M25, Based on the detection result of said operational status detection means M25, receive the target fuel oil consumption of synthesis computed with said comprehensive target injection-quantity calculation means M26. The

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2nd target injection-quantity calculation means M27 which computes the ratio of the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means M24, and computes the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means M24 based on the ratio, By subtracting the target injection quantity injected from the 2nd fuel-injection means M24 computed with said 2nd target injection-quantity calculation means M27 from the target fuel oil consumption of synthesis computed with said comprehensive target injection-quantity calculation means M26 The 1st target injection-quantity calculation means M28 which computes the target injection quantity injected from said 1st fuel-injection means M22, In the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder which had the fuel-injection control means M29 which controls said each fuel-injection means M22 and M24 based on the calculation result of said 1st and 2nd target injection-quantity calculation means M28 and M27 When the target injection quantity injected from said 2nd fuel-injection means M24 computed by said 2nd target injection-quantity calculation means M27 has a big change Only predetermined time amount is delayed in order to suppress the effect on the air-fuel ratio by that to the minimum, and it is making into the summary to have established the injection delay control means M30 in a cylinder which performs fuel-injection control based on the calculation result of said 1st target injection-quantity calculation means M28.

[0011] Furthermore, in invention according to claim 3, the injection from said 2nd fuel-injection means M4 and M24 makes it the summary to carry out, when the target fuel oil consumption of synthesis computed by said comprehensive target injection-quantity calculation means M6 and M26 is more than a predetermined threshold in the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 or 2.

[0012] Combining, by invention according to claim 4, said predetermined threshold makes it the summary to have the hysteresis in the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder according to claim 3.

[0013] In addition, in invention according to claim 5, delay control of the fuel injection based on said calculation result of the 1st target injection-quantity calculation means M28 performed by said injection delay control means M30 in a cylinder makes it the summary to be carried out when the existence of the injection from said 2nd fuel-injection means M24 is switched in the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder according to claim 2.

[0014] (Operation) According to invention given in above-mentioned claim 1, as shown in drawing 1, a fuel is directly injected in an internal combustion engine's M1 gas column by the 1st fuel-injection means M2. The so-called stratification combustion is thereby mainly attained. Moreover, a fuel is injected by the 2nd fuel-injection means M4 in an internal combustion engine's M1 inhalation-of-air path M3, and the gaseous mixture of the air of a fuel is introduced in an internal combustion engine's M1 gas column. Thereby, the so-called homogeneity combustion is attained.

[0015] An internal combustion engine's M1 operational status is detected by the operational status detection means M5, and the target fuel oil consumption of synthesis injected from both the fuel-injection means M2 and M4 is computed with the comprehensive target injection-quantity calculation means M6 based on the detection result. Furthermore, based on the detection result of the operational status detection means M5, with the 2nd target injection-quantity calculation means M7, the ratio of the target injection quantity injected from the 2nd fuel-injection means M4 to the target fuel oil consumption of synthesis computed with the comprehensive target injection-quantity calculation means M6 is computed, and the target injection quantity injected from the 2nd fuel-injection means M2 is computed based on the ratio.

[0016] It combines, and in this invention, it anneals, and the calculation result by the 2nd target injection-quantity calculation means M7 anneals and calculates with the value calculation means M8, it anneals by this, and a value is calculated. Moreover, with the 1st target injection-quantity calculation means M9, the target injection quantity injected from said 1st fuel-injection means M2 is computed by [which it annealed from the target fuel oil consumption of synthesis computed with the comprehensive target injection-quantity calculation means M6, and were asked with the value calculation means M8] annealing and making a value subtract. And based on the calculation result of the 1st and 2nd target injection-quantity calculation means M7 and M9, said each fuel-injection means M2 and M4 are controlled by the fuel-injection control means M10.

[0017] By the way, when the target injection quantity injected from the 2nd fuel-injection means M2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

computed by the 2nd target injection-quantity calculation means M7 is changed, predetermined time amount is taken to reflect the fluctuation in the fuel quantity actually introduced in a gas column (for example, when the existence of injection is switched). On the other hand, in this invention, it anneals, and the calculation result by the 2nd target injection-quantity calculation means M7 anneals and calculates with the value calculation means M8, by this, the above-mentioned time delay was reflected, it anneals, and a value is calculated. And the target injection quantity injected from the 1st fuel-injection means M2 after [the] annealing and taking a value into consideration is computed. Therefore, even if there is the above fluctuation, fluctuation of an air-fuel ratio will be suppressed. [0018] Moreover, according to invention according to claim 2, as shown in drawing 2, an operation equivalent to each means M1-M7 of invention of a publication is done so by above-mentioned claim 1 with each means M21-M27. Moreover, with the 1st target injection-quantity calculation means M28, the target injection quantity injected from the 1st fuel-injection means M22 is computed by subtracting the target injection quantity injected from the 2nd fuel-injection means M24 computed with the 2nd target injection-quantity calculation means M27 from the target fuel oil consumption of synthesis computed with the comprehensive target injection-quantity calculation means M26. And based on the calculation result of the 1st and 2nd target injection-quantity calculation means M28 and M27, each fuel-injection means M22 and M24 are controlled by the fuel-injection control means M29.

[0019] Now, when the target injection quantity injected from the 2nd fuel-injection means M24 computed by said 2nd target injection-quantity calculation means M27 has a big change, by the injection delay control means M30 in a cylinder, only predetermined time amount is delayed in this invention, and fuel-injection control based on the calculation result of the 1st target injection-quantity calculation means M28 is performed by it. For this reason, according to this invention, although predetermined time amount is taken to reflect that fluctuation in the fuel quantity actually introduced in a gas column when the target injection quantity computed by the 2nd target injection-quantity calculation means M27 is changed sharply, after that time delay is taken into consideration, fuel-injection control based on the calculation result of the 1st target injection-quantity calculation means M28 will be performed. Therefore, fluctuation of an air-fuel ratio will be suppressed comparatively.

[0020] furthermore -- according to invention according to claim 3 -- an operation of invention given in claims 1 and 2 -- in addition, injection from said 2nd fuel-injection means M4 and M24 is performed when the target fuel oil consumption of synthesis computed by said comprehensive target injection-quantity calculation means M6 and M26 is more than a predetermined threshold. Therefore, priority will be given to the injection from the 1st fuel-injection means M2 and M22 when synthetic target fuel oil consumption is under a predetermined threshold. That is, stratification combustion is performed positively and it gets. Therefore, improvement in fuel consumption is achieved and it gets.

[0021] Combining, according to invention according to claim 4, in addition to the operation of invention according to claim 3, said predetermined threshold has the hysteresis. For this reason, the so-called hunting by which activation of the injection from the 2nd fuel-injection means M4 and M24 and prohibition are repeated cannot happen easily.

[0022] in addition -- according to invention according to claim 5 -- an operation of invention according to claim 2 -- in addition, delay control of the fuel injection based on said calculation result of the 1st target injection-quantity calculation means M28 performed by said injection delay control means M30 in a cylinder makes it the summary to be carried out when the existence of the injection from said 2nd fuel-injection means M24 is switched. When the existence of the injection from the 2nd fuel-injection means M24 is switched here, predetermined time amount will be taken to reflect the change-over in the fuel quantity actually introduced in a gas column clearly. For this reason, according to this invention, an operation of a publication will be more certainly done so by above-mentioned claim 2.

[0023]

[Embodiment of the Invention]

(Gestalt of the 1st operation) The gestalt of the 1st operation which materialized an internal combustion engine's fuel-injection control unit in this invention is hereafter explained to a detail

THIS PAGE BLANK (USPTO)

based on a drawing.

[0024] Drawing 3 is the outline block diagram showing the fuel-injection control unit of the injection type engine in a cylinder carried in the car in the gestalt of this operation. The engine 1 as an internal combustion engine possesses four gas column 1a, and the combustion chamber structure of each [these] gas column 1a is shown in drawing 4 . As shown in these drawings, the engine 1 is equipped with the piston in the cylinder block 2, and the piston concerned reciprocates within a cylinder block 2. The cylinder head 4 is formed in the upper part of a cylinder block 2, and the combustion chamber 5 is formed between said pistons and cylinder heads 4. Moreover, with the gestalt of this operation, per [1 cylinder 1a] and four valves are arranged, all over drawing, it is referred to as sign 6a, and the exhaust air port of a pair is shown as the exhaust valve of a pair, and 9 as the 2nd suction port and 8 as the 1st suction port and 7b as the 2nd inlet valve and 7a as the 1st inlet valve and 6b, respectively.

[0025] As shown in drawing 4 , 1st suction-port 7a consists of a helical-type suction port, and 2nd suction-port 7b consists of a straight port which extends almost straightly. Moreover, the ignition plug 10 is arranged in the center section of the internal surface of the cylinder head 4. Furthermore, the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder as 1st fuel-injection means is arranged at the cylinder head 4 internal-surface periphery 1st inlet-valve 6a and near the 2nd inlet-valve 6b. That is, in the gestalt of this operation, the fuel from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder is directly injected in gas column 1a (injection in a cylinder).

[0026] Moreover, as shown in drawing 3 , 1st suction-port 7a and 2nd suction-port 7b of each gas column 1a are connected in the surge tank 16 through 1st inhalation-of-air way 15a and 2nd inhalation-of-air way 15b which were formed in each inlet manifold 15, respectively. In each 2nd inhalation-of-air path 15b, the swirl control valve 17 is arranged, respectively. These swirl control valves 17 are connected with the step motor 19 through the common shaft 18. This step motor 19 is controlled based on the output signal from the electronic control (only henceforth "ECU") 30 mentioned later.

[0027] Said surge tank 16 is connected with an air cleaner 21 through an air intake duct 20, and the throttle valve 23 opened and closed by the special step motor 22 is arranged in the air intake duct 20. That is, the throttle valve 23 of the gestalt of this operation is the so-called thing of an electronics control type, and fundamentally, when a step motor 22 drives based on the output signal from said ECU30, closing motion control of the throttle valve 23 is carried out. And the inhalation air content which passes an air intake duct 20 and is introduced by closing motion of this throttle valve 23 in a combustion chamber 5 is adjusted. The inhalation-of-air path is constituted from a gestalt of this operation by 1st inhalation-of-air way 15a, 2nd inhalation-of-air way 15b, etc. at the air intake duct 20 and the surge tank 16 list. Moreover, near the throttle valve 23, the throttle sensor 25 for detecting the opening (throttle opening TA) is formed.

[0028] Furthermore, in the air intake duct 20 of the upstream, the fuel injection valve 41 for homogeneity which constitutes the 2nd fuel-injection means is formed rather than said throttle valve 23. That is, in the gestalt of this operation, the fuel from the fuel injection valve 41 for homogeneity is injected in the condition of having distributed in the air intake duct 20, and is introduced in gas column 1a through an inhalation-of-air path.

[0029] In addition, the exhaust manifold 14 is connected to the exhaust air port 9 of each of said gas column. And the exhaust gas after combustion is discharged to the exhaust pipe which is not illustrated through the exhaust manifold 14 concerned.

[0030] Furthermore, with the gestalt of this operation, well-known exhaust-gas-recirculation (EGR) equipment 51 is formed. This EGR equipment 51 contains the EGR path 52 as an exhaust-gas-recirculation path, and EGR valve 53 as an exhaust-gas-recirculation valve prepared in the middle of this path 52. The EGR path 52 is formed so that between the air intake duct 20 of the downstream of a throttle valve 23 and jet pipes may be opened for free passage. Moreover, EGR valve 53 contains the valve seat, the valve element, and the step motor (neither is illustrated). The opening of EGR valve 53 is changed when a step motor carries out the variation rate of the valve element intermittently to a valve seat. And when EGR valve 53 opens, a part of exhaust gas discharged to the jet pipe flows to the EGR path 52. The exhaust gas flows to an air intake duct 20 through EGR valve 53. namely, a part of exhaust gas -- EGR equipment 51 -- inhalation -- gaseous mixture -- it recycles

THIS PAGE BLANK (USPTO)

in inside. At this time, the amount of recycling of exhaust gas is adjusted by adjusting the opening of EGR valve 53.

[0031] Now, ECU30 mentioned above consists of a digital computer, and possesses RAM (random access memory)³² and ROM (read-only memory)³³ which were mutually connected through the bidirectional bus 31, CPU (central processing unit)³⁴ which consists of a microprocessor, input port 35, and an output port 36. the gestalt of this operation -- setting -- ECU30 concerned -- a comprehensive target injection-quantity calculation means and the 2nd target injection-quantity calculation means -- it anneals and a value calculation means, the 1st target injection-quantity calculation means, and a fuel-injection control means are constituted.

[0032] Accelerator sensor 26A which generates the output voltage proportional to the amount of treading in of the accelerator pedal 24 concerned is connected to said accelerator pedal 24, and the accelerator opening ACCP is detected by this accelerator sensor 26A. The output voltage of the accelerator sensor 26A concerned is inputted into input port 35 through A-D converter 37. Moreover, similarly close-by-pass-bulb-completely switch 26B for detecting that the amount of treading in of an accelerator pedal 24 is "0" is prepared in the accelerator pedal 24. That is, when the amount of treading in of an accelerator pedal 24 is "0", this close-by-pass-bulb-completely switch 26B generates the signal of "0" for the signal of "1" as a close-by-pass-bulb-completely signal, when that is not right. And the output voltage of this close-by-pass-bulb-completely switch 26B is also inputted into input port 35.

[0033] Moreover, the top dead center sensor 27 generates an output pulse, when for example, No. 1 gas column 1a reaches an inhalation-of-air top dead center, and this output pulse is inputted into input port 35. The crank angle sensor 28 generates an output pulse, whenever a crankshaft carries out 30-degreeCA rotation, and this output pulse is inputted into input port. In CPU³⁴, an engine speed NE is computed from the output pulse of the top dead center sensor 27, and the output pulse of the crank angle sensor 28 (read).

[0034] Furthermore, angle of rotation of said shaft 18 is detected by the swirl control-valve sensor 29, and, thereby, the opening of the swirl control valve 17 is detected. And the output of the swirl control-valve sensor 29 is inputted into input port 35 through A/D converter 37.

[0035] It combines and the throttle opening TA is detected by said throttle sensor 25. The output of this throttle sensor 25 is inputted into input port 35 through A/D converter 37.

[0036] In addition, with the gestalt of this operation, the intake-pressure sensor 61 which detects the pressure in a surge tank 16 (intake pressure PiM) is formed. Furthermore, the coolant temperature sensor 62 which detects the temperature (cooling water temperature THW) of the cooling water of an engine 1 is formed. The output of both [these] the sensors 61 and 62 is also inputted into input port 35 through A/D converter 37.

[0037] The operational status detection means is constituted by these throttle sensor 25, accelerator sensor 26A, close-by-pass-bulb-completely switch 26B, the top dead center sensor 27, the crank angle sensor 28, the swirl control-valve sensor 29, the intake-pressure sensor 61, and the coolant temperature sensor 62 grade in the gestalt of this operation.

[0038] On the other hand, the output port 36 is connected to each fuel injection valves 11 and 41, each step motors 19 and 22, the ignitor 12, EGR valve 53 (step motor), etc. through the corresponding drive circuit 38. And ECU30 controls suitably fuel injection valves 11 and 41, step motors 19 and 22, an ignitor 12, and EGR valve 53 grade according to the control program stored in ROM³³ based on 25-29, and the signals from 61 and 62, such as each sensor.

[0039] Next, the program about the various control concerning the gestalt of this operation in the fuel-injection control device of the engine equipped with the above-mentioned configuration is explained with reference to a flow chart. That is, drawing 6 is a flow chart which shows the "fuel-oil-consumption control main routine" for performing fuel-oil-consumption control in the gestalt of this operation.

[0040] If processing shifts to this routine, as for ECU30, in step 101, various sensors etc. will read various signals, such as the accelerator opening ACCP and an engine speed NE, from 25-29, and 61 and 62 first.

[0041] Next, in step 102, the comprehensive target injection quantity QALL which should be injected from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder and the fuel injection valve 41

THIS PAGE BLANK (USPTO)

for homogeneity is computed based on the various detecting signals read this time.

[0042] Furthermore, in step 103, it judges whether it is more than threshold KQS as which the comprehensive target injection quantity QALL was determined beforehand. the case where the comprehensive target injection quantity QALL is more than threshold KQS here as shown in drawing 5 -- gaseous mixture -- it is judged as what needs to inject a fuel not only from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder but from the fuel injection valve 41 for homogeneity for optimization of formation (in addition, a threshold KQS is computed on the single dimension map by constant value or the engine speed NE). For this reason, when the comprehensive target injection quantity QALL is more than threshold KQS, in step 104, injection execution flag XINJS for homogeneity is set as "1" in order to also perform fuel injection from the fuel injection valve 41 for homogeneity.

[0043] On the other hand, when the comprehensive target injection quantity QALL is smaller than a threshold KQS, it shifts to step 105 and judges shortly whether it is below the value to which the comprehensive target injection quantity QALL subtracted the predetermined hysteresis part alpha from the threshold KQS. And when the comprehensive target injection quantity QALL has become below the value that subtracted the hysteresis part alpha from the threshold KQS, in step 106, injection execution flag XINJS for homogeneity is set as "0" in order to forbid the fuel injection from the fuel injection valve 41 for homogeneity. Moreover, when the comprehensive target injection quantity QALL has not become below the value that subtracted the hysteresis part alpha from the threshold KQS, it shifts to step 107, with the last injection execution flag XINJS for homogeneity maintained.

[0044] It shifts from step 104, step 105, or step 106, and judges whether injection execution flag XINJS for homogeneity by which a current setup is carried out is "1" in step 107. And since it is not necessary to perform fuel injection from the fuel injection valve 41 for homogeneity when injection execution flag XINJS for homogeneity is "0", in step 108, the target injection quantity QINJS for homogeneity is set as "0."

[0045] Moreover, when injection execution flag XINJS for homogeneity set up now is "1", it shifts to step 109. In step 109, the ratio (homogeneity multiplier) KRINJS of the target injection quantity QINJS for homogeneity injected from the fuel injection valve 41 for homogeneity to said comprehensive target fuel oil consumption QALL is computed based on the engine speed NE read this time.

[0046] Furthermore, in continuing step 110, the value which carried out the multiplication of said homogeneity multiplier KRINJS is set up as target injection quantity QINJS for homogeneity to the comprehensive target fuel oil consumption QALL.

[0047] Here, it once separates from the "fuel-oil-consumption control main routine" concerned, and the processing for annealing using the above-mentioned target injection quantity QINJS for homogeneity, and computing a value QINJSE is explained. that is, drawing 7 is performed by ECU30 -- "-- it is the flow chart which anneals and shows value calculation routine", and performs by every predetermined crank angle (for example, "180-degreeCA") and interruption for every fixed time amount.

[0048] if processing shifts to this routine, ECU30 will set up the value which annealed and calculated the target injection quantity QINJS for homogeneity as a new 7 better value QINJSE in step 201. That is, the target injection quantity QINJS for homogeneity is added with what last time annealed and the value QINJSE doubled (n-1) (n is a constant), and the value which did the division of the value by n is annealed, and it sets up as a value QINJSE. And ECU30 once ends subsequent processing.

[0049] Now, explanation is given to return to a "fuel-oil-consumption control main routine." from the above-mentioned step 108 or step 110 -- shifting -- step 111 -- setting -- the above from the comprehensive target fuel oil consumption QALL -- "-- it sets up as target injection quantity (target injection quantity for stratification) QINJI of the fuel injected from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder in a value QINJSE by annealing which annealed and was computed by value calculation routine." And subsequent processing is once ended.

[0050] Thus, in a "fuel-oil-consumption control main routine", while the comprehensive target fuel oil consumption QALL is computed first, the value which carried out the multiplication of the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

homogeneity multiplier KRINJS to the comprehensive target fuel oil consumption QALL is set up as target injection quantity QINJS for homogeneity (when injection execution flag XINJS for homogeneity is "1"). Moreover, the value which subtracted the target injection quantity QINJS for homogeneity from the comprehensive target fuel oil consumption QALL is not made into the target injection quantity QINJI for stratification in this case, but it anneals based on the target injection quantity QINJS for homogeneity, and a value QINJSE is computed, and let that value that annealed and subtracted the value QINJSE from the comprehensive target fuel oil consumption QALL be the target injection quantity QINJI for stratification.

[0051] In addition, since it anneals and a value QINJSE is set to "0" in almost all cases when injection execution flag XINJS for homogeneity is "0", let comprehensive target fuel oil consumption QALL be the target injection quantity QINJI for stratification as it is.

[0052] Next, an operation and effectiveness of the gestalt of this operation are explained.

(b) As shown in drawing 8, when according to the gestalt of this operation demand torque increases, the comprehensive target fuel oil consumption QALL increases and it becomes more than threshold KQS, injection execution flag XINJS for homogeneity is switched to "1" from "0." And the target injection quantity QINJS for homogeneity which was "0" till then starts rapidly, and begins to increase. In this case, predetermined time amount is taken to reflect increase of that target injection quantity QINJS for homogeneity in the fuel quantity actually introduced in gas column 1a. On the other hand, with the gestalt of this operation, it annealed based on the target injection quantity QINJS for homogeneity, and we computed the value QINJSE, and decided to make into the target injection quantity QINJI for stratification the value which annealed and subtracted the value QINJSE from the comprehensive target fuel oil consumption QALL. Therefore, even if it takes time amount to be reflected in the fuel quantity with which the target injection quantity QINJS for homogeneity increases rapidly, and the increase is actually introduced in gas column 1a, the target injection quantity QINJI for stratification will be set up according to the delay. Therefore, even if the target injection quantity QINJS for homogeneity has fluctuation, unlike the conventional technique (this drawing 2 point chain line), an air-fuel ratio is not changed sharply.

[0053] Consequently, the stable suitable air-fuel ratio can always be secured, it can have it, and generating of faults, such as torque fluctuation accompanying turbulence of an air-fuel ratio, knocking, and a flame failure, can be prevented.

[0054] (b) Furthermore, according to the gestalt of this operation, the injection from the fuel injection valve 41 for homogeneity decided to carry out, when the comprehensive target fuel oil consumption QALL is more than predetermined threshold KQS. Therefore, when the comprehensive target fuel oil consumption QALL is under the threshold KQS, it becomes only the injection from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder. Therefore, stratification combustion will be performed positively and it will get, and improvement in fuel consumption is achieved and it gets.

[0055] (c) It combined, and according to the gestalt of this operation, we decided to give Hysteresis alpha to said predetermined threshold KQS. For this reason, the so-called hunting by which activation of the injection from the fuel injection valve 41 for homogeneity and prohibition are repeated cannot happen easily. Consequently, stabilization of a combustion condition can be attained.

[0056] (Gestalt of the 2nd operation) Next, the gestalt of the 2nd operation which materialized this invention is explained. However, since [which was mentioned above in the configuration of the gestalt of this operation etc.] it is equivalent to the gestalt of the 1st operation, the explanation is omitted. And below, suppose that difference with the gestalt of the 1st operation is explained as a core.

[0057] With the gestalt of implementation of the above 1st, the value which annealed from the comprehensive target fuel oil consumption QALL, and subtracted the value QINJSE was made into the target injection quantity QINJI for stratification. On the other hand, with the gestalt of this operation, it differs from the gestalt of the 1st operation in the calculation approach of the target injection quantity QINJI for stratification.

[0058] That is, drawing 9 and 10 are flow charts which show the "fuel-oil-consumption control main routine" for performing fuel-oil-consumption control in the gestalt of this operation. in addition, the gestalt of this operation -- setting -- ECU30 -- a comprehensive target injection-quantity calculation

THIS PAGE BLANK (USPTO)

means and the 2nd target injection-quantity calculation means -- it anneals and a value calculation means, the 1st target injection-quantity calculation means, the fuel-injection control means, and the injection delay control means in a cylinder are constituted.

[0059] If processing shifts to this routine, as for ECU30, in step 301, various sensors etc. will read various signals, such as the accelerator opening ACCP and an engine speed NE, from 25-29, and 61 and 62 first.

[0060] Next, in step 302, the comprehensive target injection quantity QALL which should be injected from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder and the fuel injection valve 41 for homogeneity is computed based on the various detecting signals read this time.

[0061] Furthermore, in step 303, the present injection execution flag XINJS for homogeneity is memorized as injection execution flag XINJSO for homogeneity last time. And in step 304, it judges whether it is more than threshold KQS as which said comprehensive target injection quantity QALL was determined beforehand. When the comprehensive target injection quantity QALL is more than threshold KQS, in step 305, injection execution flag XINJS for homogeneity is set as "1" in order to also perform fuel injection from the fuel injection valve 41 for homogeneity.

[0062] On the other hand, when the comprehensive target injection quantity QALL is smaller than a threshold KQS, it shifts to step 306 and judges shortly whether it is below the value to which the comprehensive target injection quantity QALL subtracted the predetermined hysteresis part alpha from the threshold KQS. And when the comprehensive target injection quantity QALL has become below the value that subtracted the hysteresis part alpha from the threshold KQS, in step 307, injection execution flag XINJS for homogeneity is set as "0" in order to forbid the fuel injection from the fuel injection valve 41 for homogeneity. Moreover, when the comprehensive target injection quantity QALL has not become below the value that subtracted the hysteresis part alpha from the threshold KQS, it shifts to step 308, with the last injection execution flag XINJS for homogeneity maintained.

[0063] It shifts from step 305, step 306, or step 307, and injection execution flag XINJS for homogeneity set up now judges whether it differs from injection execution flag XINJSO for homogeneity last time in step 308 (refer to drawing 10). And when current injection execution flag XINJS for homogeneity differs from injection execution flag XINJSO for homogeneity last time, injection execution flag XINJS for homogeneity judges it as what was switched this time, and shifts to step 309.

[0064] In step 309, it carries out clear [of the counted value CINJS of a delay counter] to "0." Here, counted value CINJS of a delay counter is counted up for every (every predetermined time is sufficient) predetermined crank angle. And ECU30 shifts to continuing step 310. Moreover, in said step 308, when current injection execution flag XINJS for homogeneity does not differ from injection execution flag XINJSO for homogeneity last time, it shifts to step 310, without also performing any processing.

[0065] In step 310, the ratio (homogeneity multiplier) KRINJS of the target injection quantity QINJS for homogeneity injected from the fuel injection valve 41 for homogeneity to said comprehensive target fuel oil consumption QALL is computed based on the engine speed NE read this time.

[0066] Moreover, in continuing step 311, it judges whether current injection execution flag XINJS for homogeneity is "1." And when injection execution flag XINJS for homogeneity is "1", in step 312, the value which carried out the multiplication of said homogeneity multiplier KRINJS is set up as target injection quantity QINJS for homogeneity to the comprehensive target fuel oil consumption QALL.

[0067] furthermore -- a degree -- in step 313, it judges whether it has become beyond the time delay TON as which counted value CINJS of the present delay counter was determined beforehand. And although injection execution flag XINJS for homogeneity is "1" when counted value CINJS of a delay counter has not yet become beyond the time delay TON, the comprehensive target fuel oil consumption QALL is set up as that in which still required time amount has not passed as target injection quantity QINJI for stratification which should be injected from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder as it is. And subsequent processing is once ended.

[0068] Moreover, in said step 311, when having become beyond the time delay TON as which counted value CINJS of a current delay counter was determined beforehand, in step 315, the value

THIS PAGE BLANK (USPTO)

which carried out the multiplication of said homogeneity multiplier KRINJS to the comprehensive target fuel oil consumption QALL is subtracted from the comprehensive target fuel oil consumption QALL, and the value is set up as target injection quantity QINJI for stratification which should be injected from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder. And subsequent processing is once ended.

[0069] On the other hand, in said step 311, when the present injection execution flag XINJS for homogeneity is "0", it shifts to step 316. In step 316, the target injection quantity QINJS for homogeneity which should be injected from the fuel injection valve 41 for homogeneity is set as "0." Furthermore, in continuing step 317, it judges whether it has become beyond the time delay TOFF as which counted value CINJS of the present delay counter was determined beforehand. And although injection execution flag XINJS for homogeneity is "0" when counted value CINJS of a delay counter has not yet become beyond the time delay TOFF, it shifts to step 315. At step 315, the value which carried out the multiplication of the homogeneity multiplier KRINJS to the comprehensive target fuel oil consumption QALL is subtracted from said comprehensive target fuel oil consumption QALL, and the value is set up as target injection quantity QINJS for homogeneity. And subsequent processing is once ended.

[0070] Moreover, in said step 317, when counted value CINJS of a current delay counter has become beyond the time delay TOFF, in step 318, the comprehensive target fuel oil consumption QALL is set up as target injection quantity QINJI for stratification which should be injected from the fuel injection valve 11 for the injection in a cylinder as it is. And subsequent processing is once ended.

[0071] Thus, in the "fuel-oil-consumption control main routine" of the gestalt of this operation, even if injection execution flag XINJS for homogeneity is switched to "0" from "0" to "1", or "1", after it does not necessarily change the target injection quantity QINJI for stratification immediately and the predetermined time delay TON and TOFF pass, the change-over will be reflected and the target injection quantity QINJI for stratification will be changed.

[0072] Next, an operation and effectiveness of the gestalt of this operation are explained. When according to the gestalt of this operation demand torque increases, the comprehensive target fuel oil consumption QALL increases and it becomes more than threshold KQS, injection execution flag XINJS for homogeneity will be switched to "1" from "0", and the target injection quantity QINJS for homogeneity will be increased gradually. Moreover, as shown in drawing 11, clear [of the counted value CINJS of a delay counter] is carried out to "0" with this change-over.

[0073] With the gestalt of this operation, the target injection quantity QINJI for stratification continues increasing as it is with increase of the comprehensive target fuel oil consumption QALL until the time delay TON predetermined in counted value CINJS passes. In this case, although it feels it uneasy whether an air-fuel ratio becomes rich unusually since not only the target injection quantity QINJS for homogeneity but the target injection quantity QINJI for stratification increases. As shown in this drawing, in order to take predetermined time amount to reflect increase of the target injection quantity QINJS for homogeneity in the fuel quantity actually introduced in gas column 1a, Though it is continuing increasing the target injection quantity QINJI for stratification to the predetermined time delay TON, an air-fuel ratio does not become so rich.

[0074] Rather, compared with the conventional technique shown with this drawing 2 point chain line, there is little fluctuation of an air-fuel ratio and it ends (when making increase initiation and coincidence of the target injection quantity QINJS for homogeneity reduce the target injection quantity QINJI for stratification). Consequently, like the gestalt of the 1st operation, the stable suitable air-fuel ratio can almost always be secured, it can have it, and generating of faults, such as torque fluctuation accompanying turbulence of an air-fuel ratio, knocking, and a flame failure, can be prevented.

[0075] Moreover, also when injection execution flag XINJS for homogeneity is switched to "0" from "1", it can say that it is the same as that of the above. In addition, this invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned implementation, and may be constituted as following.

[0076] (1) In the gestalt of each above-mentioned implementation, although it anneals about the case where injection execution flag XINJS for homogeneity is switched to "0" from "0" to "1", or "1" and was made to perform control and delay control, when the target injection quantity QINJS for homogeneity has change at least, it may be made to perform this control.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0077] (2) Although the gestalt of each above-mentioned implementation explained the case where faced performing homogeneity combustion and coincidence injection from both the fuel injection valves 11 and 41 was performed, in case homogeneity combustion is performed, shape can also be taken when injecting only from the fuel injection valve 41 for homogeneity.

[0078] (3) the gestalt of implementation of the above 1st -- "-- although shape was taken when it annealed and value calculation routine" was performed by interruption of every predetermined crank angle (for example, "180-degreeCA"), it may be made to carry out for every predetermined time. However, as for a time constant (1/n), it is desirable to consider as adjustable by the engine speed NE in this case.

[0079]

[Effect of the Invention] As explained in full detail above, according to this invention, in the fuel-injection control unit of the injection internal combustion engine in a cylinder which has a fuel-injection means to inject a fuel directly in an internal combustion engine's gas column, and a fuel-injection means to inject a fuel in an inhalation-of-air path, a suitable air-fuel ratio can always be secured, it has it, and the outstanding effectiveness that generating of the fault accompanying turbulence of an air-fuel ratio can be prevented is done so.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

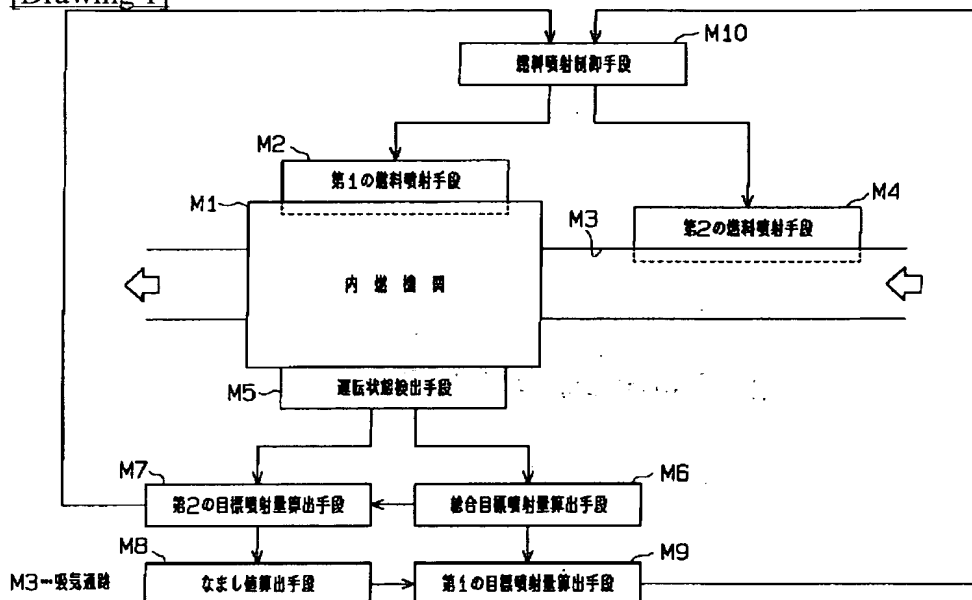
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

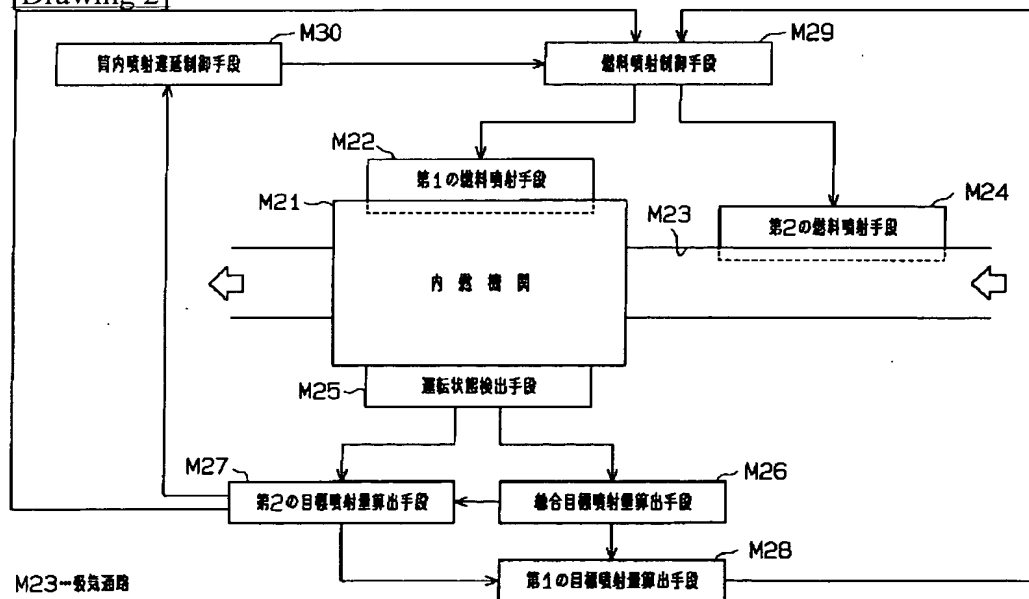
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

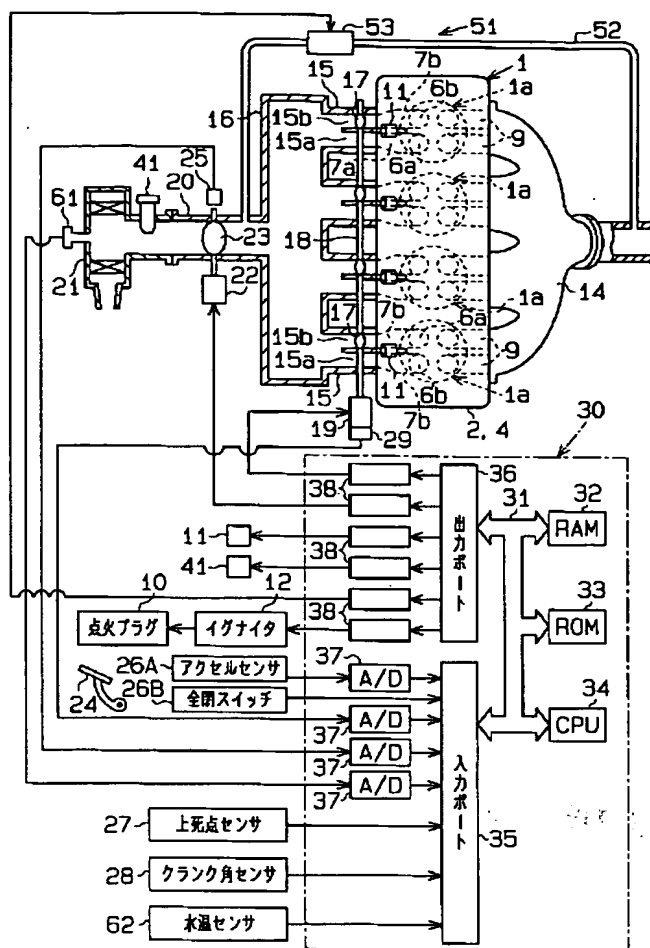


[Drawing 2]

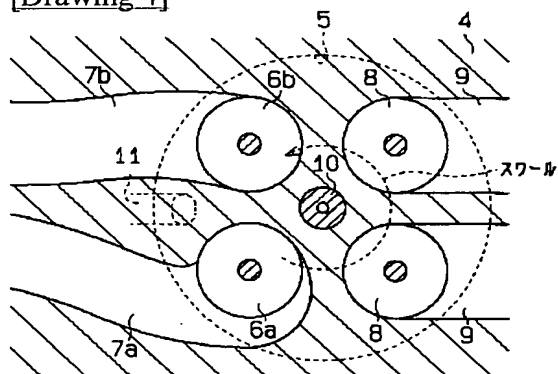


[Drawing 3]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

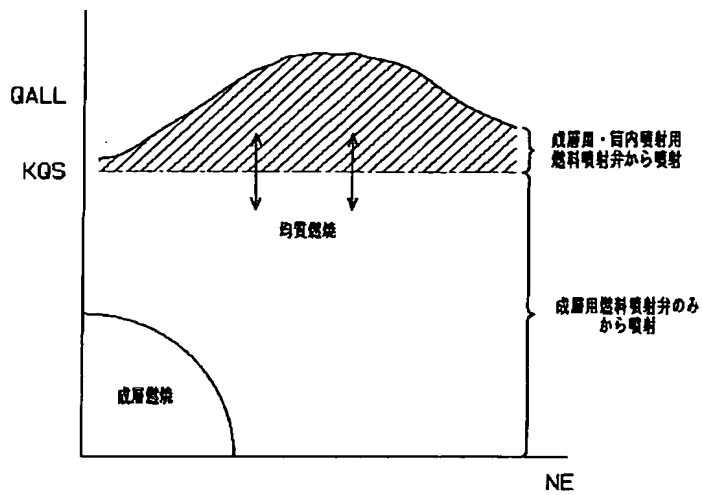


[Drawing_4]

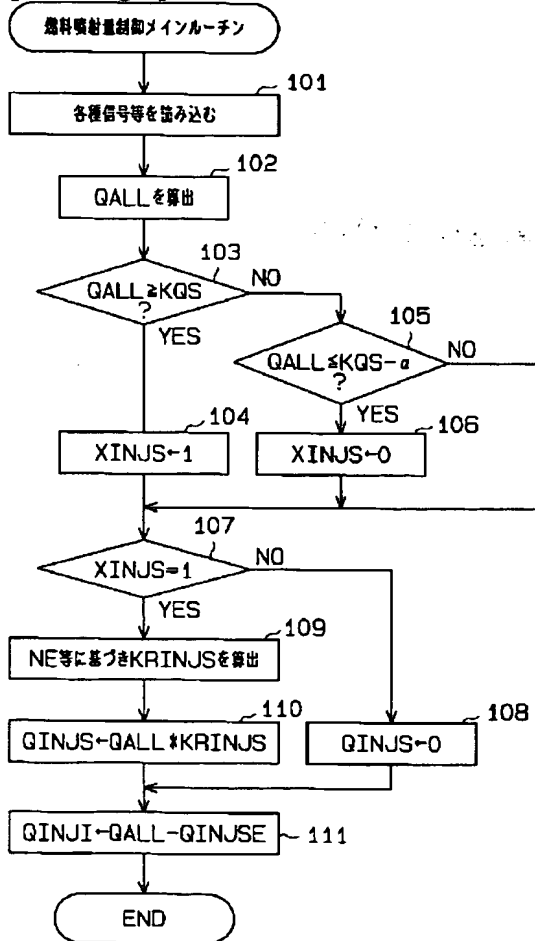


[Drawing 5]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

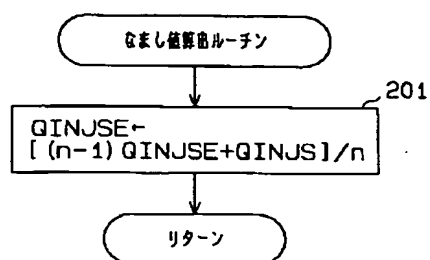


[Drawing 6]

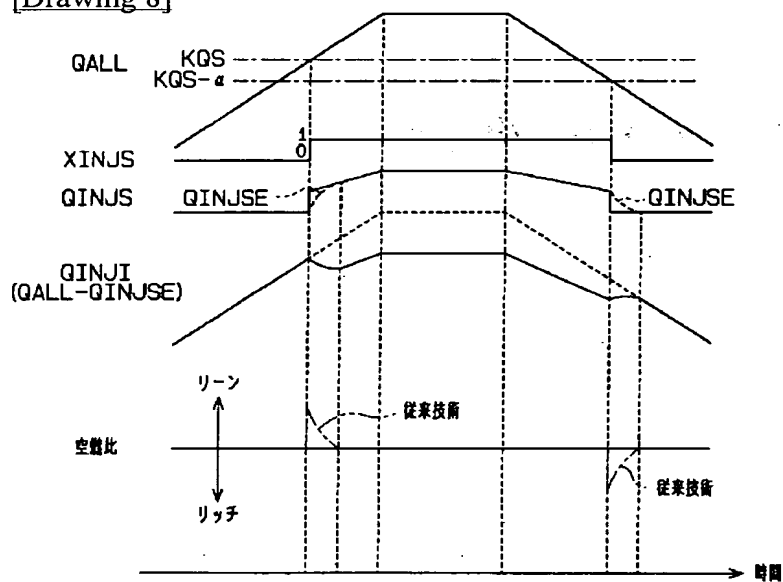


[Drawing 7]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

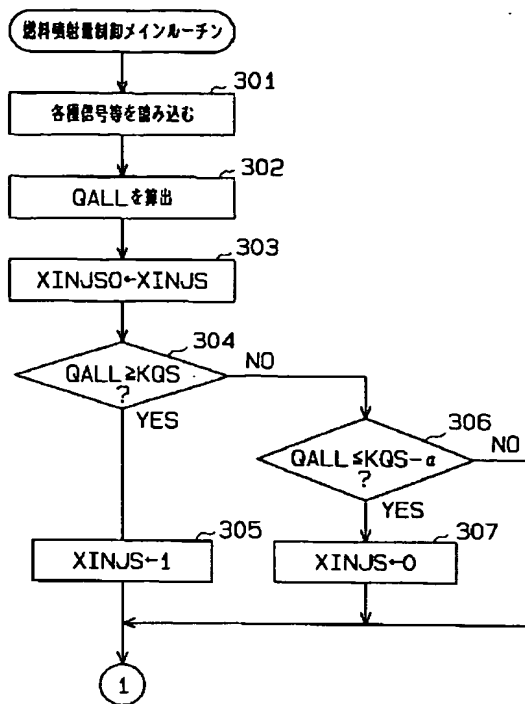


[Drawing 8]

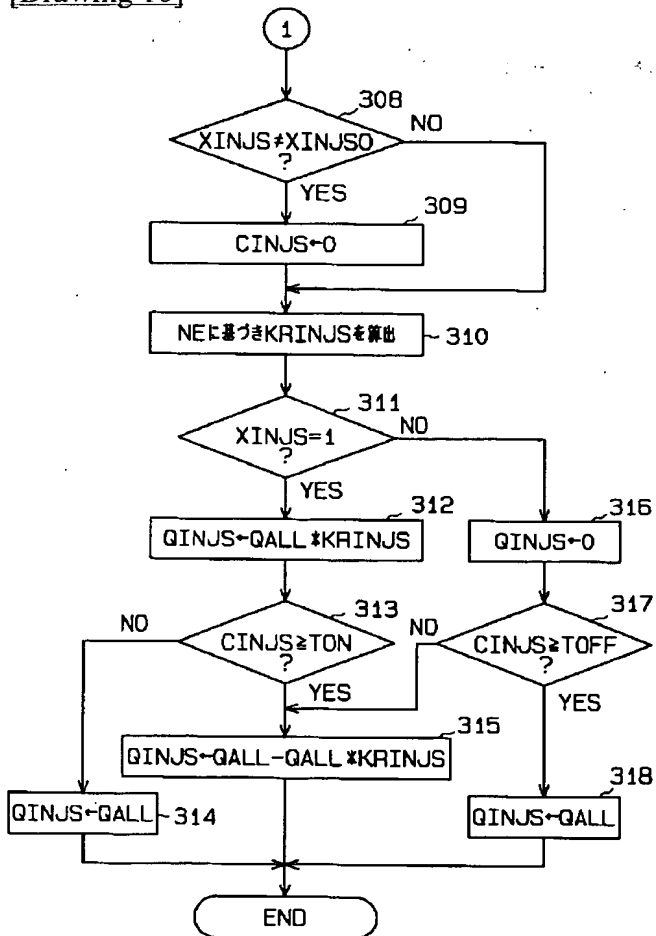


[Drawing 9]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

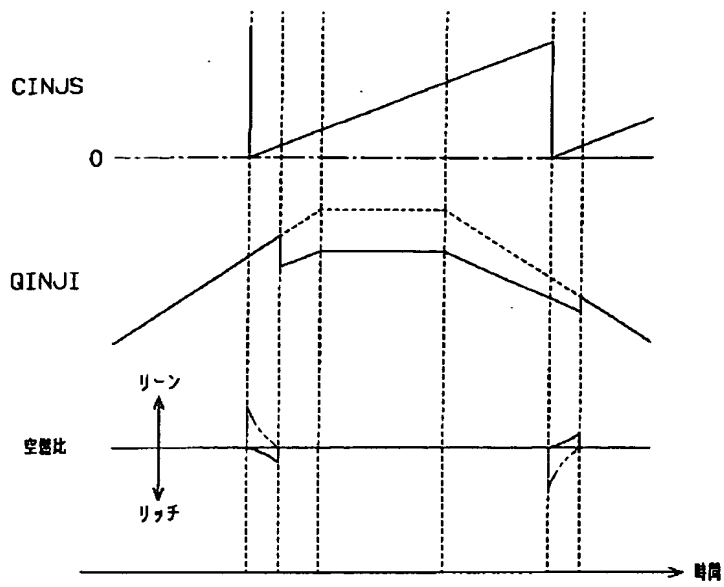


[Drawing 10]



[Drawing 11]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 103118

(43) 公開日 平成10年(1998)4月21日

(51) Int. Cl.⁶ 識別記号
F 0 2 D 41/02 3 3 0

F 0 2 B 17/00

F 0 2 D 41/04 3 3 0

F 0 2 M 63/00

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L

F I

F 0 2 D 41/02 3 3 0 F
3 3 0 A

F 0 2 B 17/00 F

F 0 2 D 41/04 3 3 0 C

F 0 2 M 63/00 P

(全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平8-252857

(22) 出願日 平成8年(1996)9月25日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 水野 宏幸

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社内

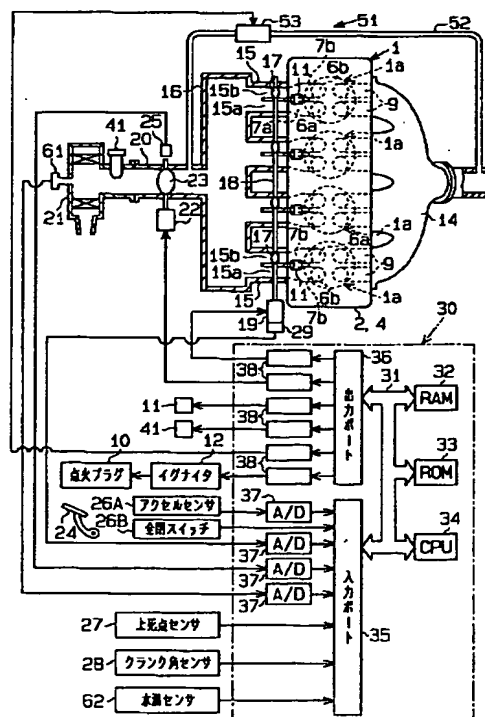
(74) 代理人 弁理士 恩田 博宣

(54) 【発明の名称】 筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置

(57) 【要約】

【課題】 気筒内に燃料を直接的に噴射する手段と、吸気通路内に燃料を噴射する手段とを有する内燃機関において、適切な空燃比を常時確保し、空燃比の乱れに伴う不具合の発生を防止する。

【解決手段】 エンジン 1 の第 1 吸気弁 6 a 及び第 2 吸気弁 6 b 近傍のシリンダヘッド 4 内壁面周辺部には筒内噴射用燃料噴射弁 11 が配置され、また、スロットル弁 23 よりも上流側の吸気ダクト 20 内には、均質用燃料噴射弁 41 が設けられる。電子制御装置 (ECU) 30 は、均質燃焼を実行する際に、均質用目標噴射量に基づいてなまし値を算出し、そのなまし値を総合目標燃料噴射量から減算した値を、成層用目標噴射量とする。従って、均質用目標噴射量が増大し、その増大が実際に気筒 1 a 内に導入される燃料量に反映されるのに時間を要したとしても、成層用目標噴射量が、その遅れに合わせて設定されることとなるため、空燃比が大きく変動してしまうことがない。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の気筒内に燃料を直接的に噴射する第 1 の燃料噴射手段と、

前記内燃機関の気筒内に燃料を導入するべく前記内燃機関の吸気通路内に燃料を噴射する第 2 の燃料噴射手段と、

前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記両燃料噴射手段から噴射される総合の目標燃料噴射量を算出する総合目標噴射量算出手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記総合目標噴射量算出手段にて算出される総合の目標燃料噴射量に対する、前記第 2 の燃料噴射手段から噴射される目標噴射量の比率を算出し、その比率に基づき、前記第 2 の燃料噴射手段から噴射される目標噴射量を算出する第 2 の目標噴射量算出手段と、

前記第 2 の目標噴射量算出手段による算出結果をなまし演算することによって、なまし値を求めるなまし値算出手段と、

前記総合目標噴射量算出手段にて算出される総合の目標燃料噴射量から前記なまし値算出手段にて求められたなまし値を減算することにより、前記第 1 の燃料噴射手段から噴射される目標噴射量を算出する第 1 の目標噴射量算出手段と、

前記第 1 及び第 2 の目標噴射量算出手段の算出結果に基づき、前記各燃料噴射手段を制御する燃料噴射制御手段とを備えたことを特徴とする筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 2】 内燃機関の気筒内に燃料を直接的に噴射する第 1 の燃料噴射手段と、

前記内燃機関の気筒内に燃料を導入するべく前記内燃機関の吸気通路内に燃料を噴射する第 2 の燃料噴射手段と、

前記内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記両燃料噴射手段から噴射される総合の目標燃料噴射量を算出する総合目標噴射量算出手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記総合目標噴射量算出手段にて算出される総合の目標燃料噴射量に対する、前記第 2 の燃料噴射手段から噴射される目標噴射量の比率を算出し、その比率に基づき、前記第 2 の燃料噴射手段から噴射される目標噴射量を算出する第 2 の目標噴射量算出手段と、

前記総合目標噴射量算出手段にて算出される総合の目標燃料噴射量から、前記第 2 の目標噴射量算出手段にて算出された第 2 の燃料噴射手段から噴射される目標噴射量を減算することにより、前記第 1 の燃料噴射手段から噴射される目標噴射量を算出する第 1 の目標噴射量算出手

段と、

前記第 1 及び第 2 の目標噴射量算出手段の算出結果に基づき、前記各燃料噴射手段を制御する燃料噴射制御手段とを備えた筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置において、

前記第 2 の目標噴射量算出手段により算出される前記第 2 の燃料噴射手段から噴射される目標噴射量に大きな変化があった場合に、そのことによる空燃比への影響を最少に抑えるべく、所定の時間だけ遅延させて、前記第 1 の目標噴射量算出手段の算出結果に基づいた燃料噴射制御を行う筒内噴射遅延制御手段を設けたことを特徴とする筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 3】 前記第 2 の燃料噴射手段からの噴射は、前記総合目標噴射量算出手段により算出される総合の目標燃料噴射量が所定のしきい値以上のときに行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 4】 前記所定のしきい値は、ヒステリシスを有していることを特徴とする請求項 3 に記載の筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置。

【請求項 5】 前記筒内噴射遅延制御手段により行われる前記第 1 の目標噴射量算出手段の算出結果に基づいた燃料噴射の遅延制御は、前記第 2 の燃料噴射手段からの噴射の有無が切換えられたときに行われることを特徴とする請求項 2 に記載の筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、筒内噴射内燃機関の燃焼制御装置に係り、詳しくは、内燃機関の気筒内に燃料を直接的に噴射する燃料噴射手段と、吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射手段とを有し、運転状態に応じて各燃料噴射手段からの燃料噴射量を制御しうる筒内噴射内燃機関の燃焼制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、一般的に使用されているエンジンにおいては、燃料噴射弁からの燃料は吸気ポートに噴射され、燃焼室には予め燃料と空気との均質混合気が供給される。かかるエンジンでは、アクセル操作に連動するスロットル弁によって吸気通路が開閉され、この開閉により、エンジンの燃焼室に供給される吸入空気量（結果的には燃料と空気とが均質に混合された気体の量）が調整され、もってエンジン出力が制御される。

【0003】しかし、上記のいわゆる均質燃焼による技術では、スロットル弁の絞り動作に伴って大きな吸気負圧が発生し、ポンピングロスが大きくなって効率は低くなる。これに対し、スロットル弁の絞りを小とし、燃焼室に直接燃料を供給することにより、点火プラグの近傍に可燃混合気を存在させ、当該部分の空燃比を高めて、着火性を向上するようにしたいわゆる「成層燃焼」とい

う技術が知られている。

【0004】例えば、特開昭60-30416号公報に開示された技術においては、燃料を燃焼室内に均一に分散して噴射供給するべく、吸気管途中に設けられた均質燃焼用の燃料噴射弁と、点火プラグ周りに向けて燃料を直接気筒内に噴射供給する成層燃焼用（筒内噴射用）の燃料噴射弁とが設けられている。そして、エンジンの比較的低負荷時には、成層燃焼用の燃料噴射弁から燃料が噴射され、点火プラグ周りに偏在供給されるとともに、スロットル弁が開かれて成層燃焼が実行される。これにより、ポンピングロスの低減が図られ、燃費の向上が図られる。

【0005】一方、高負荷時には、均質燃焼用の燃料噴射弁からも燃料が噴射される。これにより、最適な混合気形成が行われ、出力向上が図られる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記従来技術においては、次に記すような問題が生じうる。すなわち、均質燃焼用の燃料噴射弁は吸気管の途中に設けられるため、当該噴射弁からの噴射が開始されてから実際に燃料が気筒内に導入されるまでの間には所定の時間を要する。逆に、均質燃焼用の燃料噴射弁からの噴射が終了してから実際に燃料が気筒内に導入されなくなるまでの間にも所定の時間を要する。

【0007】これに対し、成層燃焼用の燃料噴射弁は、通常、気筒の極近傍に配設されるため、噴射開始から実際に燃料が気筒内に導入されるまで、及び、噴射終了から実際に燃料が気筒内に導入されなくなるまでにはほとんど時間がかからない。このように、均質燃焼用の燃料噴射弁からの噴射の開始及び終了の切換、並びに、成層燃焼用の燃料噴射弁からの噴射の開始及び終了の切換に際し、相互間で実際に導入される燃料に時間差が生じることとなっていた。また、切換時のみならず、各噴射弁からの噴射量に比較的大きな変化があった場合にも、上記のような時間差が生じていた。そのため、気筒内に導入される混合気の空燃比が最適なものとならない場合が生じていた。その結果、トルク変動、ノッキング、失火等の不具合を招くおそれがあった。

【0008】本発明は前述した事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、内燃機関の気筒内に燃料を直接的に噴射する燃料噴射手段と、吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射手段とを有する筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置において、適切な空燃比を常時確保することができ、もって、空燃比の乱れに伴う不具合の発生を防止することのできる筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明においては、図1に示すように、内燃機関M1の気筒内に燃料を直接的に噴射する第

1の燃料噴射手段M2と、前記内燃機関M1の気筒内に燃料を導入するべく前記内燃機関M1の吸気通路M3内に燃料を噴射する第2の燃料噴射手段M4と、前記内燃機関M1の運転状態を検出する運転状態検出手段M5と、前記運転状態検出手段M5の検出結果に基づき、前記両燃料噴射手段M2、M4から噴射される総合の目標燃料噴射量を算出する総合目標噴射量算出手段M6と、前記運転状態検出手段M5の検出結果に基づき、前記総合目標噴射量算出手段M6にて算出される総合の目標燃料噴射量に対する、前記第2の燃料噴射手段M4から噴射される目標噴射量の比率を算出し、その比率に基づき、前記第2の燃料噴射手段M2から噴射される目標噴射量を算出する第2の目標噴射量算出手段M7と、前記第2の目標噴射量算出手段M7による算出結果をなまし演算することによって、なまし値を求めるなまし値算出手段M8と、前記総合目標噴射量算出手段M6にて算出される総合の目標燃料噴射量から前記なまし値算出手段M8にて求められたなまし値を減算することにより、前記第1の燃料噴射手段M2から噴射される目標噴射量を算出する第1の目標噴射量算出手段M9と、前記第1及び第2の目標噴射量算出手段M7、M9の算出結果に基づき、前記各燃料噴射手段M2、M4を制御する燃料噴射制御手段M10とを備えた筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置をその要旨としている。

【0010】また、請求項2に記載の発明においては、図2に示すように、内燃機関M21の気筒内に燃料を直接的に噴射する第1の燃料噴射手段M22と、前記内燃機関M21の気筒内に燃料を導入するべく前記内燃機関M21の吸気通路M23内に燃料を噴射する第2の燃料噴射手段M24と、前記内燃機関M21の運転状態を検出する運転状態検出手段M25と、前記運転状態検出手段M25の検出結果に基づき、前記両燃料噴射手段M22、M24から噴射される総合の目標燃料噴射量を算出する総合目標噴射量算出手段M26と、前記運転状態検出手段M25の検出結果に基づき、前記総合目標噴射量算出手段M26にて算出される総合の目標燃料噴射量に対する、前記第2の燃料噴射手段M24から噴射される目標噴射量の比率を算出し、その比率に基づき、前記第2の燃料噴射手段M24から噴射される目標噴射量を算出する第2の目標噴射量算出手段M27と、前記総合目標噴射量算出手段M26にて算出される総合の目標燃料噴射量から、前記第2の目標噴射量算出手段M27にて算出された第2の燃料噴射手段M24から噴射される目標噴射量を減算することにより、前記第1の燃料噴射手段M22から噴射される目標噴射量を算出する第1の目標噴射量算出手段M28と、前記第1及び第2の目標噴射量算出手段M28、M27の算出結果に基づき、前記各燃料噴射手段M22、M24を制御する燃料噴射制御手段M29とを備えた筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置において、前記第2の目標噴射量算出手段M27に

より算出される前記第2の燃料噴射手段M24から噴射される目標噴射量に大きな変化があった場合に、そのことによる空燃比への影響を最少に抑えるべく、所定の時間だけ遅延させて、前記第1の目標噴射量算出手段M28の算出結果に基づいた燃料噴射制御を行う筒内噴射遅延制御手段M30を設けたことをその要旨としている。

【0011】さらに、請求項3に記載の発明では、請求項1又は2に記載の筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置において、前記第2の燃料噴射手段M4、M24からの噴射は、前記総合目標噴射量算出手段M6、M26により算出される総合の目標燃料噴射量が所定のしきい値以上のときに行うことをその要旨としている。

【0012】併せて、請求項4に記載の発明では、請求項3に記載の筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置において、前記所定のしきい値は、ヒステリシスを有していることをその要旨としている。

【0013】加えて、請求項5に記載の発明では、請求項2に記載の筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置において、前記筒内噴射遅延制御手段M30により行われる前記第1の目標噴射量算出手段M28の算出結果に基づいた燃料噴射の遅延制御は、前記第2の燃料噴射手段M24からの噴射の有無が切換えられたときに行われることをその要旨としている。

【0014】（作用）上記請求項1に記載の発明によれば、図1に示すように、第1の燃料噴射手段M2により、内燃機関M1の気筒内に燃料が直接的に噴射される。これにより、主としていわゆる成層燃焼が可能となる。また、第2の燃料噴射手段M4により内燃機関M1の吸気通路M3内に燃料が噴射され、燃料の空気の混合気が内燃機関M1の気筒内に導入される。これにより、いわゆる均質燃焼が可能となる。

【0015】運転状態検出手段M5によって内燃機関M1の運転状態が検出され、その検出結果に基づき、総合目標噴射量算出手段M6では、両燃料噴射手段M2、M4から噴射される総合の目標燃料噴射量が算出される。さらに、運転状態検出手段M5の検出結果に基づき、第2の目標噴射量算出手段M7では、総合目標噴射量算出手段M6にて算出される総合の目標燃料噴射量に対する、第2の燃料噴射手段M4から噴射される目標噴射量の比率が算出され、その比率に基づき、第2の燃料噴射手段M2から噴射される目標噴射量が算出される。

【0016】併せて、本発明では、なまし値算出手段M8によって、第2の目標噴射量算出手段M7による算出結果がなまし演算され、これによってなまし値が求められる。また、第1の目標噴射量算出手段M9では、総合目標噴射量算出手段M6にて算出される総合の目標燃料噴射量からなまし値算出手段M8にて求められたなまし値が減算させられることにより、前記第1の燃料噴射手段M2から噴射される目標噴射量が算出される。そして、燃料噴射制御手段M10では、第1及び第2の目標

噴射量算出手段M7、M9の算出結果に基づき、前記各燃料噴射手段M2、M4が制御される。

【0017】ところで、第2の目標噴射量算出手段M7により算出される第2の燃料噴射手段M2から噴射される目標噴射量が、変動したような場合（例えば噴射の有無が切換えられた場合）には、その変動が、実際に気筒内に導入される燃料量に反映されるのには所定の時間を要する。これに対し、本発明では、なまし値算出手段M8によって、第2の目標噴射量算出手段M7による算出結果がなまし演算され、これによって上記遅延時間が反映されたなまし値が求められる。そして、そのなまし値が考慮された上で第1の燃料噴射手段M2から噴射される目標噴射量が算出される。従って、上記のような変動があったとしても、空燃比の変動が抑えられることとなる。

【0018】また、請求項2に記載の発明によれば、図2に示すように、各手段M21～M27により、上記請求項1に記載の発明の各手段M1～M7と同等の作用が奏される。また、第1の目標噴射量算出手段M28では、総合目標噴射量算出手段M26にて算出される総合の目標燃料噴射量から、第2の目標噴射量算出手段M27にて算出された第2の燃料噴射手段M24から噴射される目標噴射量が減算されることにより、第1の燃料噴射手段M22から噴射される目標噴射量が算出される。そして、第1及び第2の目標噴射量算出手段M28、M27の算出結果に基づき、燃料噴射制御手段M29では、各燃料噴射手段M22、M24が制御される。

【0019】さて、本発明では、前記第2の目標噴射量算出手段M27により算出される第2の燃料噴射手段M24から噴射される目標噴射量に大きな変化があった場合には、筒内噴射遅延制御手段M30によって、所定の時間だけ遅延させて、第1の目標噴射量算出手段M28の算出結果に基づいた燃料噴射制御が行われる。このため、第2の目標噴射量算出手段M27により算出される目標噴射量が大きく変動したような場合には、その変動が、実際に気筒内に導入される燃料量に反映されるのには所定の時間を要するが、本発明によれば、その遅れ時間が考慮された上で第1の目標噴射量算出手段M28の算出結果に基づいた燃料噴射制御が行われることとなる。従って、空燃比の変動が比較的抑えられることとなる。

【0020】さらに、請求項3に記載の発明によれば、請求項1、2に記載の発明の作用に加えて、前記第2の燃料噴射手段M4、M24からの噴射は、前記総合目標噴射量算出手段M6、M26により算出される総合の目標燃料噴射量が所定のしきい値以上のときに行われる。従って、総合の目標燃料噴射量が所定のしきい値未満の場合には、第1の燃料噴射手段M2、M22からの噴射が優先されることとなる。すなわち、成層燃焼が積極的に行われうる。そのため、燃費の向上が図られうる。

【0021】併せて、請求項4に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明の作用に加えて、前記所定のしきい値は、ヒステリシスを有している。このため、第2の燃料噴射手段M4、M24からの噴射の実行、禁止が繰り返されるいわゆるハンチングが起りにくいものとなる。

【0022】加えて、請求項5に記載の発明によれば、請求項2に記載の発明の作用に加えて、前記筒内噴射遅延制御手段M30により行われる前記第1の目標噴射量算出手段M28の算出結果に基づいた燃料噴射の遅延制御は、前記第2の燃料噴射手段M24からの噴射の有無が切換えられたときに行われることをその要旨としている。ここで、第2の燃料噴射手段M24からの噴射の有無が切換えられたときには、明らかに、その切換が実際に気筒内に導入される燃料量に反映されるのには所定の時間を要することとなる。このため、本発明によれば、上記請求項2に記載の作用がより確実に奏されることとなる。

【0023】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態) 以下、本発明における内燃機関の燃料噴射制御装置を具体化した第1の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。

【0024】図3は本実施の形態において、車両に搭載された筒内噴射式エンジンの燃料噴射制御装置を示す概略構成図である。内燃機関としてのエンジン1は、例えば4つの気筒1aを具備し、これら各気筒1aの燃焼室構造が図4に示されている。これらの図に示すように、エンジン1はシリンダブロック2内にピストンを備えており、当該ピストンはシリンダブロック2内で往復運動する。シリンダブロック2の上部にはシリンダヘッド4が設けられ、前記ピストンとシリンダヘッド4との間には燃焼室5が形成されている。また、本実施の形態では1気筒1aあたり、4つの弁が配置されており、図中において、符号6aとして第1吸気弁、6bとして第2吸気弁、7aとして第1吸気ポート、7bとして第2吸気ポート、8として一对の排気弁、9として一对の排気ポートがそれぞれ示されている。

【0025】図4に示すように、第1の吸気ポート7aはヘリカル型吸気ポートからなり、第2の吸気ポート7bはほぼ真直ぐに延びるストレートポートからなる。また、シリンダヘッド4の内壁面の中央部には、点火プラグ10が配設されている。さらに、第1吸気弁6a及び第2吸気弁6b近傍のシリンダヘッド4内壁面周辺部には第1の燃料噴射手段としての筒内噴射用燃料噴射弁11が配置されている。すなわち、本実施の形態においては、筒内噴射用燃料噴射弁11からの燃料は、直接的に気筒1a内に噴射されるようになっている(筒内噴射)。

【0026】また、図3に示すように、各気筒1aの第

1吸気ポート7a及び第2吸気ポート7bは、それぞれ各吸気マニホールド15内に形成された第1吸気路15a及び第2吸気路15bを介してサージタンク16内に連結されている。各第2吸気通路15b内にはそれぞれスワールコントロールバルブ17が配置されている。これらのスワールコントロールバルブ17は、共通のシャフト18を介して、ステップモータ19に連結されている。このステップモータ19は、後述する電子制御装置(以下単に「ECU」という)30からの出力信号に基づいて制御される。

【0027】前記サージタンク16は、吸気ダクト20を介してエアクリーナ21に連結され、吸気ダクト20内には、別途のステップモータ22によって開閉されるスロットル弁23が配設されている。つまり、本実施の形態のスロットル弁23はいわゆる電子制御式のものであり、基本的には、ステップモータ22が前記ECU30からの出力信号に基づいて駆動されることにより、スロットル弁23が開閉制御される。そして、このスロットル弁23の開閉により、吸気ダクト20を通過して燃焼室5内に導入される吸入空気量が調節されるようになっている。本実施の形態では、吸気ダクト20、サージタンク16並びに第1吸気路15a及び第2吸気路15b等により、吸気通路が構成されている。また、スロットル弁23の近傍には、その開度(スロットル開度TA)を検出するためのスロットルセンサ25が設けられている。

【0028】さらに、前記スロットル弁23よりも上流側の吸気ダクト20内には、第2の燃料噴射手段を構成する均質用燃料噴射弁41が設けられている。すなわち、本実施の形態においては、均質用燃料噴射弁41からの燃料は、吸気ダクト20内に分散された状態で噴射され、吸気通路を経て気筒1a内に導入されるようになっている。

【0029】なお、前記各気筒の排気ポート9には、排気マニホールド14が接続されている。そして、燃焼後の排気ガスは当該排気マニホールド14を介して図示しない排気管へ排出されるようになっている。

【0030】さらに、本実施の形態では、公知の排気ガス循環(EGR)装置51が設けられている。このEGR装置51は、排気ガス循環通路としてのEGR通路52と、同通路52の途中に設けられた排気ガス循環弁としてのEGRバルブ53とを含んでいる。EGR通路52は、スロットル弁23の下流側の吸気ダクト20と、排気ダクトとの間を連通するよう設けられている。また、EGRバルブ53は、弁座、弁体及びステップモータ(いずれも図示せず)を内蔵している。EGRバルブ53の開度は、ステップモータが弁体を弁座に対して断続的に変位させることにより、変動する。そして、EGRバルブ53が開くことにより、排気ダクトへ排出された排気ガスの一部がEGR通路52へと流れる。その排

気ガスは、EGRバルブ53を介して吸気ダクト20へ流れる。すなわち、排気ガスの一部がEGR装置51によって吸入混合気中に再循環する。このとき、EGRバルブ53の開度が調節されることにより、排気ガスの再循環量が調整されるのである。

【0031】さて、上述したECU30は、デジタルコンピュータからなっており、双方向性バス31を介して相互に接続されたRAM（ランダムアクセスメモリ）32、ROM（リードオンリメモリ）33、マイクロプロセッサからなるCPU（中央処理装置）34、入力ポート35及び出力ポート36を具備している。本実施の形態においては、当該ECU30により、総合目標噴射量算出手段、第2の目標噴射量算出手段、なまし値算出手段、第1の目標噴射量算出手段及び燃料噴射制御手段が構成されている。

【0032】前記アクセルペダル24には、当該アクセルペダル24の踏み込み量に比例した出力電圧を発生するアクセルセンサ26Aが接続され、該アクセルセンサ26Aによりアクセル開度ACCPが検出される。当該アクセルセンサ26Aの出力電圧は、AD変換器37を介して入力ポート35に入力される。また、同じくアクセルペダル24には、アクセルペダル24の踏み込み量が「0」であることを検出するための全閉スイッチ26Bが設けられている。すなわち、この全閉スイッチ26Bは、アクセルペダル24の踏み込み量が「0」である場合に全閉信号として「1」の信号を、そうでない場合には「0」の信号を発生する。そして、該全閉スイッチ26Bの出力電圧も入力ポート35に入力されるようになっている。

【0033】また、上死点センサ27は例えば1番気筒1aが吸気上死点に達したときに出力パルスが発生し、この出力パルスが入力ポート35に入力される。クランク角センサ28は例えばクランクシャフトが30°CA回転する毎に出力パルスが発生し、この出力パルスが入力ポートに入力される。CPU34では上死点センサ27の出力パルスとクランク角センサ28の出力パルスからエンジン回転数NEが算出される（読み込まれる）。

【0034】さらに、前記シャフト18の回転角度は、スワールコントロールバルブセンサ29により検出され、これによりスワールコントロールバルブ17の開度が検出されるようになっている。そして、スワールコントロールバルブセンサ29の出力はA/D変換器37を介して入力ポート35に入力される。

【0035】併せて、前記スロットルセンサ25により、スロットル開度TAが検出される。このスロットルセンサ25の出力はA/D変換器37を介して入力ポート35に入力される。

【0036】加えて、本実施の形態では、サージタンク16内の圧力（吸気圧PiM）を検出する吸気圧センサ61が設けられている。さらに、エンジン1の冷却水の

温度（冷却水温THW）を検出する水温センサ62が設けられている。これら両センサ61、62の出力もA/D変換器37を介して入力ポート35に入力されるようになっている。

【0037】本実施の形態において、これらスロットルセンサ25、アクセルセンサ26A、全閉スイッチ26B、上死点センサ27、クランク角センサ28、スワールコントロールバルブセンサ29、吸気圧センサ61及び水温センサ62等により、運転状態検出手段が構成されている。

【0038】一方、出力ポート36は、対応する駆動回路38を介して各燃料噴射弁11、41、各ステップモータ19、22、イグナイタ12及びEGRバルブ53（ステップモータ）等に接続されている。そして、ECU30は各センサ等25～29、61、62からの信号に基づき、ROM33内に格納された制御プログラムに従い、燃料噴射弁11、41、ステップモータ19、22、イグナイタ12及びEGRバルブ53等を好適に制御する。

【0039】次に、上記構成を備えたエンジンの燃料噴射制御装置における本実施の形態に係る各種制御に関するプログラムについて、フローチャートを参照して説明する。すなわち、図6は、本実施の形態における燃料噴射量制御を行うための「燃料噴射量制御メインルーチン」を示すフローチャートである。

【0040】処理がこのルーチンへ移行すると、ECU30は、先ず、ステップ101において、各種センサ等25～29、61、62よりアクセル開度ACCP、エンジン回転数NE等の各種信号を読み込む。

【0041】次に、ステップ102においては、今回読み込んだ各種検出信号に基づき、筒内噴射用燃料噴射弁11及び均質用燃料噴射弁41から噴射されるべき総合目標噴射量QALLを算出する。

【0042】さらに、ステップ103においては、その総合目標噴射量QALLが予め定められたしきい値KQS以上であるか否かを判断する。ここで、図5に示すように、総合目標噴射量QALLがしきい値KQS以上の場合には、混合気形成の最適化のため、筒内噴射用燃料噴射弁11のみならず、均質用燃料噴射弁41からも燃料を噴射する必要があるものと判断される（なお、しきい値KQSは一定値、若しくはエンジン回転数NEによる一次元マップにより算出される）。このため、総合目標噴射量QALLがしきい値KQS以上の場合には、均質用燃料噴射弁41からの燃料噴射をも実行するべくステップ104において、均質用噴射実行フラグXINJSを「1」に設定する。

【0043】一方、総合目標噴射量QALLがしきい値KQSよりも小さい場合には、ステップ105に移行し、今度は総合目標噴射量QALLが、しきい値KQSから所定のヒステリシス分 α を減算した値以下であるか

否かを判断する。そして、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} が、しきい値 KQS からヒステリシス分 α を減算した値以下となっている場合には、均質用燃料噴射弁41からの燃料噴射を禁止するべくステップ106において、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ を「0」に設定する。また、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} が、しきい値 KQS からヒステリシス分 α を減算した値以下となっていない場合には、前回の均質用噴射実行フラグ $XINJS$ を維持したまま、ステップ107へ移行する。

【0044】ステップ104、ステップ105又はステップ106から移行して、ステップ107においては、現在設定されている均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「1」であるか否かを判断する。そして、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「0」の場合には、均質用燃料噴射弁41からの燃料噴射を行う必要がないため、ステップ108において、均質用目標噴射量 Q_{INJS} を「0」に設定する。

【0045】また、現在設定されている均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「1」の場合には、ステップ109へ移行する。ステップ109においては、今回読み込まれたエンジン回転数 NE 等に基づいて、前記総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} に対する、均質用燃料噴射弁41から噴射される均質用目標噴射量 Q_{INJS} の比率（均質係数） $KRINJS$ を算出する。

【0046】さらに、続くステップ110においては、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} に対し、前記均質係数 $KRINJS$ を乗算した値を均質用目標噴射量 Q_{INJS} として設定する。

【0047】ここで、当該「燃料噴射量制御メインルーチン」から一旦離れて、上記均質用目標噴射量 Q_{INJS} を用いてなまし値 Q_{INJSE} を算出するための処理について説明する。すなわち、図7は、ECU30により実行される「なまし値算出ルーチン」を示すフローチャートであって、所定クランク角（例えば「180°CA」）毎、又は一定時間毎の割り込みで実行される。

【0048】処理がこのルーチンに移行すると、ECU30はステップ201において、均質用目標噴射量 Q_{INJS} をなまし演算した値を新たななまし値 Q_{INJSE} として設定する。すなわち、前回のなまし値 Q_{INJSE} の $(n-1)$ 倍したもの（ n は定数）と、均質用目標噴射量 Q_{INJS} とを加算し、その値を n で除算した値をなまし値 Q_{INJSE} として設定するのである。そして、ECU30はその後の処理を一旦終了する。

【0049】さて、説明を「燃料噴射量制御メインルーチン」に戻すこととする。上記ステップ108又はステップ110から移行してステップ111においては、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} から、上記「なまし値算出ルーチン」で算出されたなまし値 Q_{INJSE} を筒内噴射用燃料噴射弁11から噴射される燃料の目標噴射量（成層用目標噴射量） Q_{INJI} として設定する。そして、

その後の処理を一旦終了する。

【0050】このように「燃料噴射量制御メインルーチン」においては、まず総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} が算出されるとともに、その総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} に対し均質係数 $KRINJS$ を乗算した値が均質用目標噴射量 Q_{INJS} として設定される（均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「1」の場合）。また、この場合には、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} から均質用目標噴射量 Q_{INJS} を減算した値が、成層用目標噴射量 Q_{INJI} とされるのではなく、均質用目標噴射量 Q_{INJS} に基づいてなまし値 Q_{INJSE} が算出され、そのなまし値 Q_{INJSE} を総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} から減算した値が成層用目標噴射量 Q_{INJI} とされるのである。

【0051】なお、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「0」の場合には、なまし値 Q_{INJSE} もほとんどの場合「0」となるため、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} がそのまま成層用目標噴射量 Q_{INJI} とされる。

【0052】次に、本実施の形態の作用及び効果について説明する。

(イ) 本実施の形態によれば、図8に示すように、要求トルクが増大して、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} が増大し、それがしきい値 KQS 以上となった場合に、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「0」から「1」へと切換えられる。そして、それまで「0」であった均質用目標噴射量 Q_{INJS} が急激に立ち上がり、増大しはじめる。この場合には、その均質用目標噴射量 Q_{INJS} の増大が、実際に気筒1a内に導入される燃料量に反映されるのには所定の時間を要する。これに対し、本実施の形態では、均質用目標噴射量 Q_{INJS} に基づいてなまし値 Q_{INJSE} を算出し、そのなまし値 Q_{INJSE} を総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} から減算した値を、成層用目標噴射量 Q_{INJI} とすることとした。従って、均質用目標噴射量 Q_{INJS} が急激に増大し、かつ、その増大が実際に気筒1a内に導入される燃料量に反映されるのに時間を要したとしても、成層用目標噴射量 Q_{INJI} が、その遅れに合わせて設定されることとなる。そのため、均質用目標噴射量 Q_{INJS} に変動があったとしても、従来技術（同図2点鎖線）とは異なり、空燃比が大きく変動してしまうことがない。

【0053】その結果、安定した、適切な空燃比を常時確保することができ、もって、空燃比の乱れに伴う、トルク変動、ノッキング、失火等の不具合の発生を防止することができる。

【0054】(ロ) さらに、本実施の形態によれば、均質用燃料噴射弁41からの噴射は、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} が所定のしきい値 KQS 以上のときに行うこととした。従って、総合目標燃料噴射量 Q_{ALL} がしきい値 KQS 未満の場合には、筒内噴射用燃料噴射弁11からの噴射のみとなる。そのため、成層燃焼が積極的に行われうることとなり、燃費の向上が図られうる。

【0055】(ハ)併せて、本実施の形態によれば、前記所定のしきい値KQSに、ヒステリシス α を持たせることとした。このため、均質用燃料噴射弁41からの噴射の実行、禁止が繰り返されるいわゆるハンチングが起こりにくいものとなる。その結果、燃焼状態の安定化を図ることができる。

【0056】(第2の実施の形態)次に、本発明を具体化した第2の実施の形態について説明する。但し、本実施の形態の構成等においては上述した第1の実施の形態と同等であるため、その説明を省略する。そして、以下には、第1の実施の形態との相違点を中心として説明することとする。

【0057】上記第1の実施の形態では、総合目標燃料噴射量QALLからなまし値QINJSEを減算した値を、成層用目標噴射量QINJIとした。これに対し、本実施の形態では、成層用目標噴射量QINJIの算出方法において第1の実施の形態と異なっている。

【0058】すなわち、図9、10は、本実施の形態における燃料噴射量制御を行うための「燃料噴射量制御メインルーチン」を示すフローチャートである。なお、本実施の形態においては、ECU30により、総合目標噴射量算出手段、第2の目標噴射量算出手段、なまし値算出手段、第1の目標噴射量算出手段、燃料噴射制御手段及び筒内噴射遅延制御手段が構成されている。

【0059】処理がこのルーチンへ移行すると、ECU30は、先ず、ステップ301において、各種センサ等25~29、61、62よりアクセル開度ACCP、エンジン回転数NE等の各種信号を読み込む。

【0060】次に、ステップ302においては、今回読み込んだ各種検出信号に基づき、筒内噴射用燃料噴射弁11及び均質用燃料噴射弁41から噴射されるべき総合目標噴射量QALLを算出する。

【0061】さらに、ステップ303においては、現在の均質用噴射実行フラグXINJSを前回均質用噴射実行フラグXINJSOとして記憶しておく。そして、ステップ304においては、前記総合目標噴射量QALLが予め定められたしきい値KQS以上であるか否かを判断する。総合目標噴射量QALLがしきい値KQS以上の場合には、均質用燃料噴射弁41からの燃料噴射をも実行するべくステップ305において、均質用噴射実行フラグXINJSを「1」に設定する。

【0062】一方、総合目標噴射量QALLがしきい値KQSよりも小さい場合には、ステップ306に移行し、今度は総合目標噴射量QALLが、しきい値KQSから所定のヒステリシス分 α を減算した値以下であるか否かを判断する。そして、総合目標噴射量QALLが、しきい値KQSからヒステリシス分 α を減算した値以下となっている場合には、均質用燃料噴射弁41からの燃料噴射を禁止するべくステップ307において、均質用噴射実行フラグXINJSを「0」に設定する。また、

総合目標噴射量QALLが、しきい値KQSからヒステリシス分 α を減算した値以下となっていない場合には、前回の均質用噴射実行フラグXINJSを維持したまま、ステップ308へ移行する。

【0063】ステップ305、ステップ306又はステップ307から移行して、ステップ308においては(図10参照)、現在設定されている均質用噴射実行フラグXINJSが、前回均質用噴射実行フラグXINJSOと異なっているか否かを判断する。そして、現在の均質用噴射実行フラグXINJSが、前回均質用噴射実行フラグXINJSOと異なっている場合には、均質用噴射実行フラグXINJSが今回切換えられたものと判断してステップ309へ移行する。

【0064】ステップ309においては、ディレーカウンタのカウンタ値CINJSを「0」にクリアする。ここで、ディレーカウンタのカウンタ値CINJSは所定クランク角毎(所定時間毎でもよい)にカウントアップされるものである。そして、ECU30は続くステップ310へ移行する。また、前記ステップ308において、現在の均質用噴射実行フラグXINJSが、前回均質用噴射実行フラグXINJSOと異なっていない場合には、何らの処理も行わずにステップ310へ移行する。

【0065】ステップ310においては、今回読み込まれたエンジン回転数NE等に基づいて、前記総合目標燃料噴射量QALLに対する、均質用燃料噴射弁41から噴射される均質用目標噴射量QINJSの比率(均質係数)KRINJSを算出する。

【0066】また、続くステップ311においては、現在の均質用噴射実行フラグXINJSが「1」であるか否かを判断する。そして、均質用噴射実行フラグXINJSが「1」の場合には、ステップ312において、総合目標燃料噴射量QALLに対し、前記均質係数KRINJSを乗算した値を均質用目標噴射量QINJSとして設定する。

【0067】さらに、次なるステップ313において、現在のディレーカウンタのカウンタ値CINJSが予め定められた遅延時間TON以上となっているか否かを判断する。そして、ディレーカウンタのカウンタ値CINJSが、未だ遅延時間TON以上となっていない場合には、均質用噴射実行フラグXINJSが「1」であるにもかかわらず、未だ必要な時間が経過していないものとして総合目標燃料噴射量QALLを、そのまま筒内噴射用燃料噴射弁11から噴射されるべき成層用目標噴射量QINJIとして設定する。そして、その後の処理を一旦終了する。

【0068】また、前記ステップ311において、現在のディレーカウンタのカウンタ値CINJSが予め定められた遅延時間TON以上となっている場合には、ステップ315において、総合目標燃料噴射量QALLに対

し前記均質係数 $KRINJS$ を乗算した値を、総合目標燃料噴射量 $QALL$ から減算し、その値を、筒内噴射用燃料噴射弁11から噴射されるべき成層用目標噴射量 $QINJI$ として設定する。そして、その後の処理を一旦終了する。

【0069】一方、前記ステップ311において、現在の均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「0」の場合には、ステップ316に移行する。ステップ316においては、均質用燃料噴射弁41から噴射されるべき均質用目標噴射量 $QINJS$ を「0」に設定する。さらに、続くステップ317においては、現在のディレーカウンタのカウンタ値 $CINJS$ が予め定められた遅延時間 $TOFF$ 以上となっているか否かを判断する。そして、ディレーカウンタのカウンタ値 $CINJS$ が、未だ遅延時間 $TOFF$ 以上となっていない場合には、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「0」であるにもかかわらず、ステップ315へ移行する。ステップ315では、総合目標燃料噴射量 $QALL$ に均質係数 $KRINJS$ を乗算した値を、前記総合目標燃料噴射量 $QALL$ から減算し、その値を、均質用目標噴射量 $QINJS$ として設定する。そして、その後の処理を一旦終了する。

【0070】また、前記ステップ317において、現在のディレーカウンタのカウンタ値 $CINJS$ が遅延時間 $TOFF$ 以上となっている場合には、ステップ318において、総合目標燃料噴射量 $QALL$ を、そのまま筒内噴射用燃料噴射弁11から噴射されるべき成層用目標噴射量 $QINJI$ として設定する。そして、その後の処理を一旦終了する。

【0071】このように、本実施の形態の「燃料噴射量制御メインルーチン」においては、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「0」から「1」、或いは「1」から「0」に切換えられたとしても、即座に成層用目標噴射量 $QINJI$ が変動するわけではなく、所定の遅延時間 TON 、 $TOFF$ が経過した後に、その切換が反映されて成層用目標噴射量 $QINJI$ が変動することとなる。

【0072】次に、本実施の形態の作用及び効果について説明する。本実施の形態によれば、要求トルクが増大して、総合目標燃料噴射量 $QALL$ が増大し、それがしきい値 KQS 以上となった場合に、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「0」から「1」へと切換えられ、均質用目標噴射量 $QINJS$ が徐々に増やされることとなる。また、図11に示すように、この切換に伴い、ディレーカウンタのカウンタ値 $CINJS$ が「0」にクリアされる。

【0073】本実施の形態では、カウンタ値 $CINJS$ が所定の遅延時間 TON が経過するまでは、総合目標燃料噴射量 $QALL$ の増大に伴って、そのまま成層用目標噴射量 $QINJI$ も増大し続ける。この場合には、均質用目標噴射量 $QINJS$ のみならず、成層用目標噴射量 $QINJI$ も増大することから、空燃比が異常にリッチ

になってしまうのではないかと懸念されるが、同図に示すように、均質用目標噴射量 $QINJS$ の増大が、実際に気筒1a内に導入される燃料量に反映されるのには所定の時間を要するため、成層用目標噴射量 $QINJI$ を所定の遅延時間 TON まで増大させ続けてたとしても、空燃比がさほどリッチになることはない。

【0074】むしろ、同図2点鎖線で示す従来技術（均質用目標噴射量 $QINJS$ の増大開始と同時に成層用目標噴射量 $QINJI$ を低減させる場合）に比べて、空燃比の変動は少なくて済む。その結果、第1の実施の形態と同様、安定した、適切な空燃比をほとんど常に確保することができ、もって、空燃比の乱れに伴う、トルク変動、ノッキング、失火等の不具合の発生を防止することができる。

【0075】また、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「1」から「0」へと切換えられた場合にも、上記と同様のことがいえる。尚、本発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、例えば次の如く構成してもよい。

【0076】(1) 上記各実施の形態においては、均質用噴射実行フラグ $XINJS$ が「0」から「1」、或いは「1」から「0」へと切換えられた場合についてなまし制御、遅延制御を行うようにしたが、少なくとも均質用目標噴射量 $QINJS$ に変化があった場合に、本制御を実行するようにしてもよい。

【0077】(2) 上記各実施の形態では、均質燃焼を行う際に、両燃料噴射弁11、41からの同時噴射を行う場合について説明したが、均質燃焼を行う際に、均質用燃料噴射弁41のみから噴射する場合に具体化することもできる。

【0078】(3) 上記第1の実施の形態では、「なまし値算出ルーチン」は所定クランク角（例えば「180°CA」）毎の割り込みで実行される場合に具体化した。が、所定時間毎に行うようにしてもよい。但し、この場合には、時定数 $(1/n)$ は、エンジン回転数 NE により可変とするのが望ましい。

【0079】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、内燃機関の気筒内に燃料を直接的に噴射する燃料噴射手段と、吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射手段とを有する筒内噴射内燃機関の燃料噴射制御装置において、適切な空燃比を常時確保することができ、もって、空燃比の乱れに伴う不具合の発生を防止することができるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1に記載の発明の基本的な概念を示す概念構成図である。

【図2】請求項2に記載の発明の基本的な概念を示す概念構成図である。

【図3】第1の実施の形態における筒内噴射エンジンの

燃料噴射制御装置を示す概略構成図である。

【図4】エンジンの気筒部分を拡大して示す断面模式図である。

【図5】エンジン回転数及び総合燃料噴射量に対する燃焼状態の関係を示すグラフである。

【図6】ECUにより実行される「燃料噴射量制御メインルーチン」を示すフローチャートである。

【図7】ECUにより実行される「なまし値算出ルーチン」を示すフローチャートである。

【図8】時間に対する総合燃料噴射量、均質用噴射実行フラグ、均質用目標噴射量、成層用目標噴射量、空燃比の関係を示すタイミングチャートである。

【図9】第2の実施の形態における「燃料噴射量制御メインルーチン」を示すフローチャートである。

【図10】「燃料噴射量制御メインルーチン」を示すフローチャートであって図9の続きを示すものである。

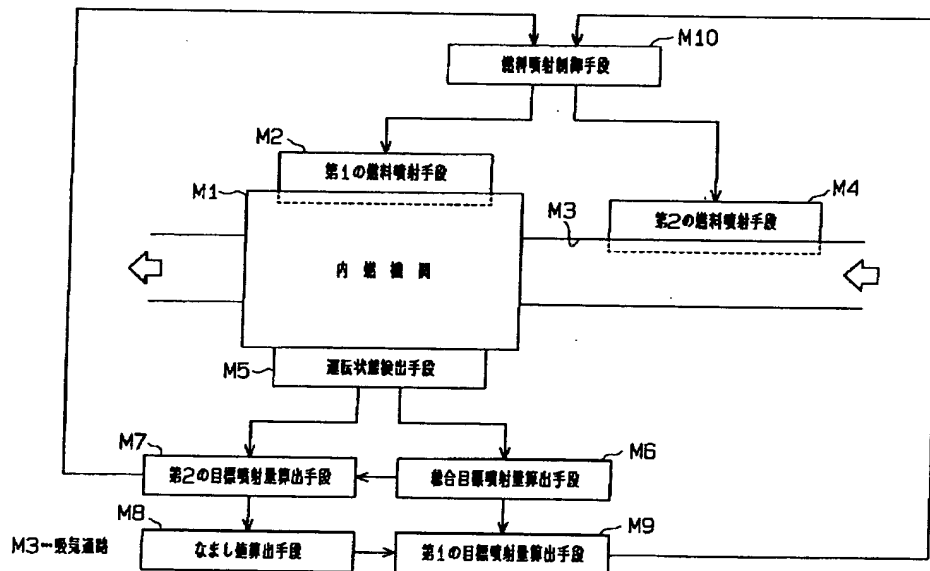
【図11】第2の実施の形態における時間に対するディレーカウンタのカウンタ値、成層用目標噴射量、空燃比

の関係を示すタイミングチャートである。

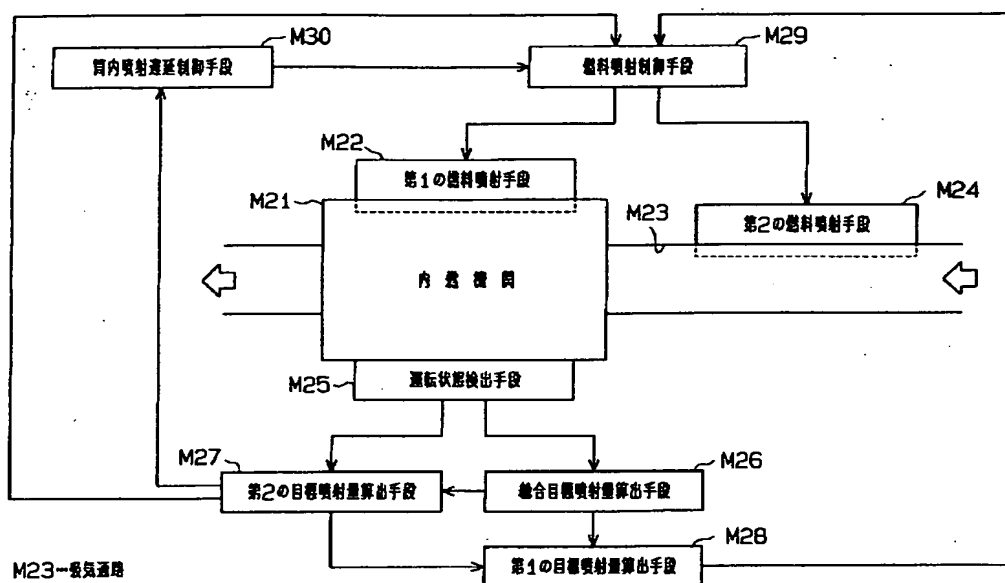
【符号の説明】

1…内燃機関としてのエンジン、5…燃焼室、11…第1の燃料噴射手段としての筒内噴射用燃料噴射弁、25…運転状態検出手段を構成するスロットルセンサ、26A…運転状態検出手段を構成するアクセルセンサ、26B…運転状態検出手段を構成する全閉スイッチ、27…運転状態検出手段を構成する上死点センサ、28…運転状態検出手段を構成するクランク角センサ、29…運転状態検出手段を構成するスワールコントロールバルブセンサ、30…総合目標噴射量算出手段、第1の目標噴射量算出手段、第2の目標噴射量算出手段、なまし値算出手段、燃料噴射制御手段、筒内噴射遅延制御手段を構成するECU、41…第2の燃料噴射手段としての均質用燃料噴射弁、61…運転状態検出手段を構成する吸気圧センサ、62…運転状態検出手段を構成する水温センサ。

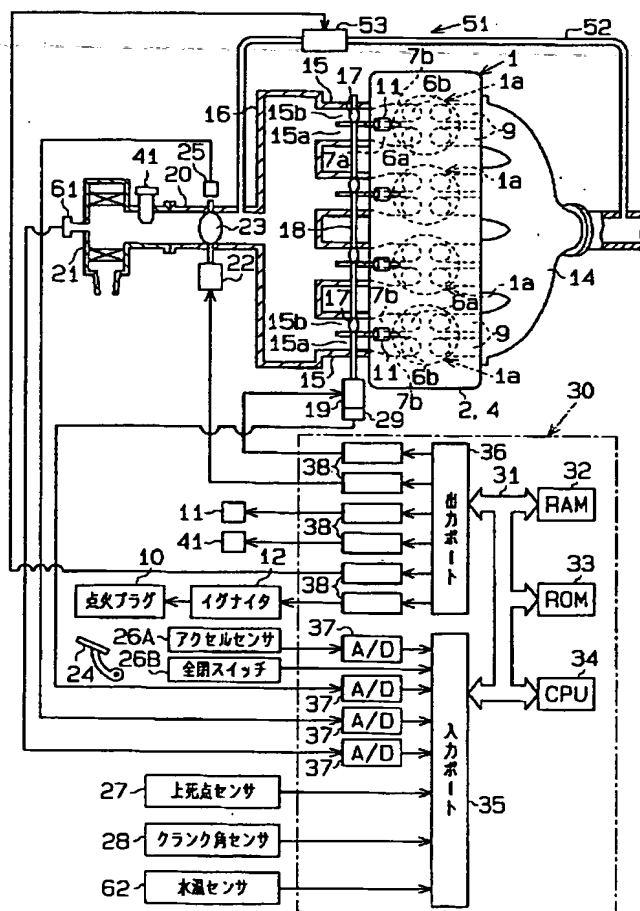
【図1】



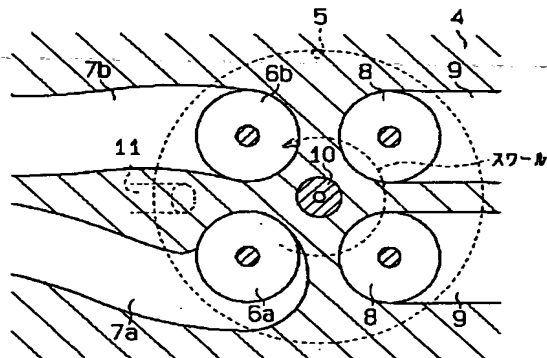
【圖 2】



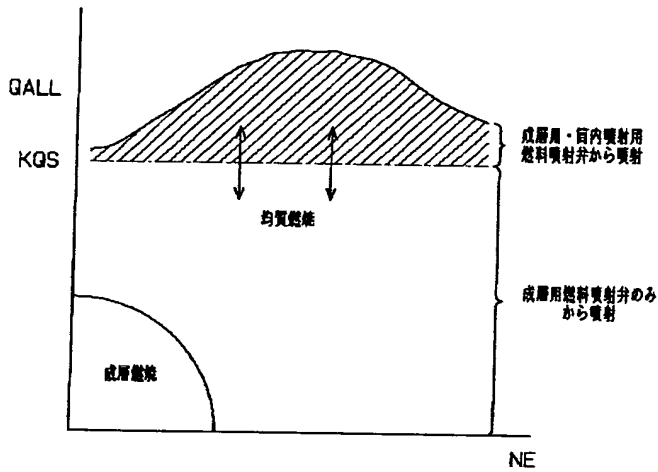
【図 3】



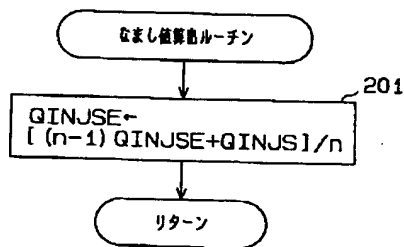
【図 4】



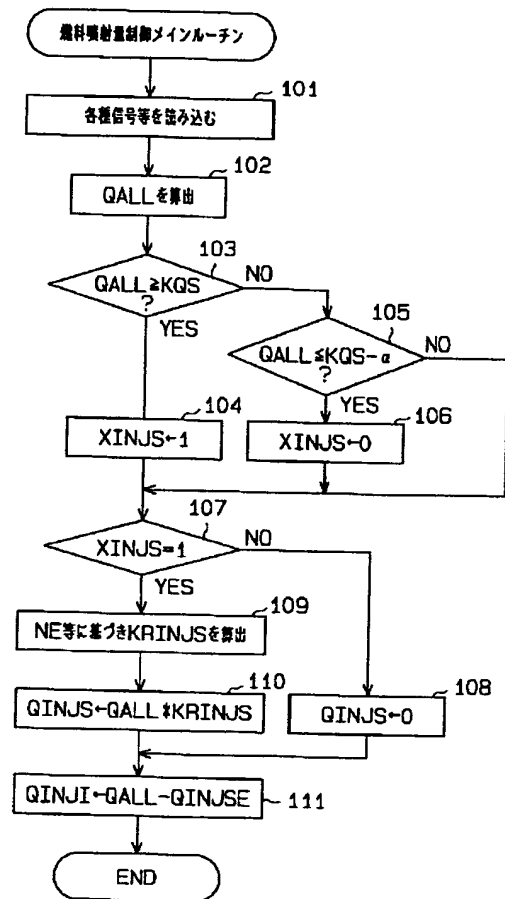
【図5】



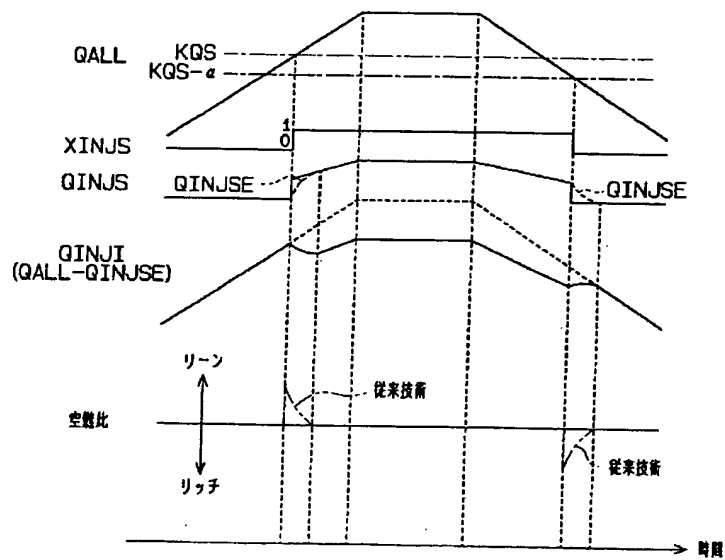
【図7】



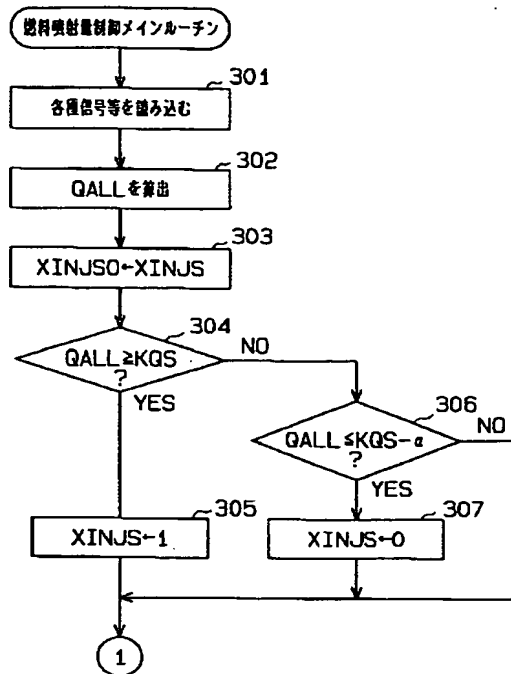
【図6】



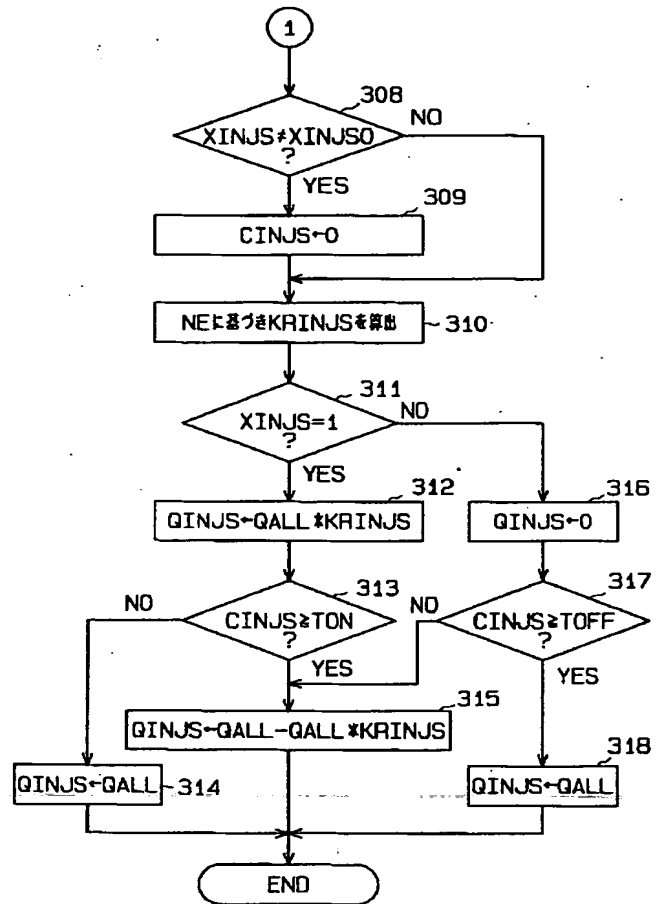
【図8】



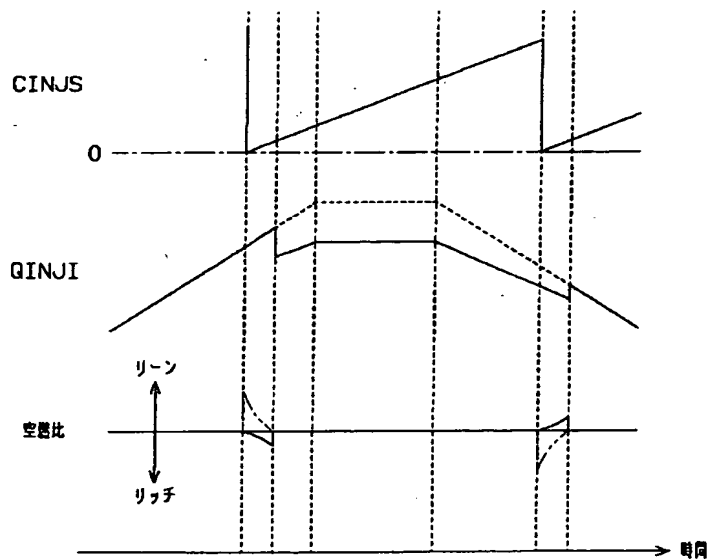
【図9】



【図10】



【図11】



THIS PAGE BLANK (USPTO)